

NORD

Der America-Nebel im Cygnus.

(Phot. Aufnahme von M. Wolf.)

PUBLIKATIONEN

DES

ASTROPHYSIKALISCHEN OBSERVATORIUMS

KÖNIGSTUHL-HEIDELBERG

(ASTROPHYSIKALISCHE ABTEILUNG DER GROSSH. BADISCHEN STERNWARTE)

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. MAX WOLF

ERSTER BAND

KARLSRUHE

DRUCK UND VERLAG DER G. BRAUN'SCHEN HOFBUCHDRUCKEREI

1902

Die neue Badische Landes-Sternwarte verdankt ihre Begründung dem grossen Interesse, das Seine Königliche Hoheit Grossherzog Friedrich von Baden für die astronomischen Forschungen hegt. Auf Höchstseine Initiative ist die Gründung der beiden Institute auf dem Königstuhl zurückzuführen, welche die beiden Hauptzweige der astronomischen Wissenschaft, die Astrometrie und die Astrophysik in Baden pflegen sollen.

Durch das Zusammenwirken der staatlichen Behörden, der Stadtverwaltung Heidelbergs und privater Liberalität ist es möglich geworden, nicht nur die umfassenden, zweckentsprechenden Bauten zu errichten, sondern dieselben auch geeignet auszurüsten. Die Namen Seiner Excellenz des damaligen Staatsministers Dr. Nokk und des Oberbürgermeisters Dr. Wilckens sind dauernd mit der Neugründung verflochten. Das astrophysikalische Observatorium verdankt sein Hauptinstrument dem Antheil, welchen die unvergessliche Katharina Wolfe-Bruce an meinen Bestrebungen genommen hat. Die Mitwirkung einer Anzahl von Freunden unserer Wissenschaft, unter denen vor allen Dr. M. Pauly in Jena, Geheimerath Scheibler in Berlin, Dr. Schott in Jena und John A. Brashear in Allegheny zu nennen sind, half unsere Ausrüstung verbessern.

Wenn trotzdem unserem jungen Institut noch so manches Nothwendige fehlt, so nehmen wir aus der fortgesetzten thatkräftigen Unterstützung durch die Grossh. Staatsregierung und dem Interesse unserer Freunde und Collegen die Zuversicht, dass der Ausbau und die Vervollkommnung des astrophysikalischen Observatoriums auch in Zukunft in gleichem Schritte weiterschreiten wird.

Der empfindlichste Mangel herrscht noch in unserer Bibliothek; aber das ist bei einem neuen Institut selbstverständlich, und wir zweifeln nicht, dass diejenigen, die ihn allein beseitigen können, nämlich unsere Collegen, die Bibliothek des astrophysikalischen Observatoriums durch Ueberlassung ihrer wissenschaftlichen Arbeiten und besonders auch älterer Veröffentlichungen bereichern werden.

Im folgenden ersten Bande unserer Publicationen bringen wir einige anspruchslose Arbeiten zum Abdruck, die sich zur Veröffentlichung an der Stelle, wo sonst unsere laufenden Beobachtungen zu erscheinen pflegen, wegen ihres Umfanges oder aus technischen Gründen nicht eigneten. Vor Allem handelte es sich dabei um die Mittheilung der Oerter der neuen Nebelflecken, die unsere photographischen Aufnahmen ergeben, und die Darlegung von Methoden, die zur Gewinnung ihrer Coordinaten benutzt werden. Einige interessante statistische Resultate solcher Arbeiten lassen schon jetzt auf den einstigen Nutzen dieses Arbeitszweiges hoffen. Eine Arbeit über die Herleitung der Coordinaten photographirter Planeten aus den Messungen auf den Platten und ein Aufsatz über Helligkeitsbestimmungen sind ebenfalls aufgenommen. Zur Illustration einer statistischen Arbeit über die Vertheilung der Sterne um zwei ausgezeichnete Nebelflecken sind dem Bande zwei Lichtdrucke von Himmelsaufnahmen beigegeben worden. Der eine davon, das Titelbild, stellt den grossen Nebel im Cygnus dar, der seinen Mittelpunct in $\alpha = 20^h 54^m$ und $\delta = +43° 45'$ (55.0) hat; die Originalplatte ist an den Abenden vom 12. und 13. Juli 1901 bei im Ganzen $4^3/_4$ Stunden Belichtung mit der Linse *b* der Sechzehnzöller von Brashear am Bruce-Teleskop aufgenommen. Auf der Reproduction, bei der, wie bei allen ausgedehnteren Himmelsaufnahmen Norden nach oben gekehrt ist, entspricht 1 Millimeter einer Bogenminute. Der zweite Lichtdruck gibt den grossen Orion-Nebel in kleinerem Massstab, und zwar genau im gleichen Massstab wie die Kopff'sche Karte auf pg. 180. Im Nordosten ragt der Nebel von ζ Orion in das Bild herein. Die Originalplatte ist am 16. Januar 1901 bei $6^1/_4$ Stunden Belichtung mit der Linse *a* des Bruce-Teleskopes aufgenommen. Bei der Reproduction zeigte sich die ganze Platte so dicht mit structurreichen Nebelmassen erfüllt, aus denen der Θ Orion-Nebel und der ζ Orion-Nebel nur als besondere Verdichtungsstellen hervortreten, dass es mir grosse Schwierigkeiten gemacht hat, ein Bild herzustellen, das die Sternleeren noch erkennen lässt, ohne von den feinen Nebelmassen überdeckt zu erscheinen.

Max Wolf.

Inhalt. Band I

Die Lage des Observatoriums

von **Max Wolf.**

Das astrophysikalische Observatorium liegt auf dem ausgedehnten südlichen Gipfel des Königstuhls bei Heidelberg, westlich von dem astrometrischen Observatorium.

Es besteht zur Zeit aus einem zweigeschossigen 27 Meter langen und 12 Meter breiten, von E nach W gerichteten Laboratoriumsgebäude, an das der Thurm für das Bruce-Teleskop im E, der meteorologische Thurm im W angebaut ist, aus zwei südlich davon getrennt gelegenen Kuppeln für den Sechszöller und den Reflector, sowie aus dem im Südwesten gelegenen Meridianhäuschen mit dem Gothard'schen Transit. Den Baugrund bildet der feste Fels des Buntsandsteins der Trias, aus welchem sich fast der ganze Königstuhl aufbaut. Es soll hier keine Beschreibung unseres Instituts gegeben werden, — dies behalte ich mir für eine spätere Gelegenheit vor —; vielmehr sollen hier nur die für manche Beobachtungen wissenswerthen Meereshöhen und die geographischen Coordinaten einiger Puncte des Instituts mitgetheilt werden.

Die Höhen beruhen auf einem Nivellementsanschluss an den auf dem nördlichen Gipfel des Königstuhls gelegenen Aussichtsthurm. Der ca. 26 Meter hohe, steinerne Thurm trägt oben auf seiner Plattform einen Steinpfeiler mit Leuchtbolzen. Dieser Punct ist ein Dreieckspunct des Königl. Preussischen Geodätischen Instituts und liegt nach der angebrachten Inschrift in 594.45 Meter Höhe über dem Meer, also vermuthlich über dem alten badischen Nullpunct. Neben dem Fuss des Pfeilers auf dem Boden der Plattform befindet sich ein Plattformbolzen. Am Fuss des Thurms, links vom Eingang in den Thurm, ist ein Thurmbolzen angebracht, dessen Höhe im Jahre 1894 von den Ingenieuren Wallek und Eitner durch Nivellement bestimmt wurde. Dieselben gingen von den Bahnhofshöhenmarken im Thal aus und fanden 566.680 Meter über Normalnull für den Thurmbolzen. Den Leuchtbolzen des Thurms fand ich 25.90 Meter über dem Thurmbolzen. Damit würde der Leuchtbolzen 592.58 Meter über N.N. statt 594.45 Meter bekommen. Der alte badische Nullpunct hat also hier 1.87 Meter höher als Normalnull gelegen. An den Thurmbolzen des Königstuhlthurms habe ich nun unser Institut angeschlossen. Der Abstand des Bruce-Teleskops vom Königstuhlthurm beträgt 547 Meter. Ich fand für den von der trigonometrischen Abtheilung der Königl. Preussischen Landesaufnahme im Juni 1898 an der Aussenwand der Südseite des Laboratoriumsgebäudes angebrachten Thurmbolzen die Höhe von 563,17 Meter über N.N., ferner für das Niveau des Barometers unserer meteorologischen Station die Höhe 563.40 Meter über N.N. Die anderen Höhen werden weiter unten angegeben.

Von den geographischen Coordinaten ist bis jetzt nur die Breite auf astronomischem Weg bestimmt worden. Im Frühjahr 1899 hat Dr. Meyermann mit unserem kleinen Gothard-Transit von 54 Millimeter Oeffnung und 580 Millimeter Brennweite einen Satz Breitenbestimmungen nach der Horrebow-Methode ausgeführt. Er erhielt aus 15 Beobachtungsnächten mit 6 Sternpaaren (A.G.C.) die Breite

$$\varphi = 49^\circ 23' 55''.08 \pm 0''.03 \text{ für } 1899.13.$$

Im Sommer 1901 hat A. Kopff mit demselben Instrument aus 15 Beobachtungsnächten mit 7 anderen Sternpaaren (A.G.C.) die Breite gefunden:

$$\varphi = 49^\circ 23' 54''.90 \pm 0''.08 \text{ für } 1901.45.$$

Nach Prof. Albrecht betrugen die Reductionen auf die mittlere Polhöhe im ersten Fall $-0''.03$, im zweiten $-0''.10$. Die beiden Bestimmungen geben daher für die mittlere Polhöhe die Werthe:

Meyermann	$49^\circ 23' 55''.05 \pm 0''.03$
Kopff	49 23 54.80 ±0.08.

Der von Kopff benutzte Schraubenwerth ist aus einer grösseren Zahl von Abenden abgeleitet als derjenige Meyermann's, so dass ich Kopff's Bestimmung trotz des grösseren Fehlers für mindestens gleichwerthig mit derjenigen Meyermann's halten muss. Aus diesem Grund nehme ich das Mittel aus beiden Bestimmungen und finde so für den Ort des Transits die vorläufige mittlere Polhöhe:

$$\varphi = 49^\circ 23' 54''.92.$$

Unter Zugrundlegung der Triangulation, welche die trigonometrische Abtheilung der Königl. Preussischen Landesaufnahme unter der Leitung von Major von Bertrab im Juni 1898 hier ausführte, lassen sich auch die Längen für die Hauptpuncte des Observatoriums ableiten. Nach der Veröffentlichung des Geodätischen Instituts vom Jahr 1896: »Bestimmung der Polhöhe und der Intensität der Schwerkraft etc. etc.«, pg. 84, ist zur Reduction der geographischen Längen der preussischen Landesaufnahme von Ferro auf Greenwich die Zahl $-17^\circ 39' 57''.64$ zu benutzen*). Dieselbe ergibt sich aus der Annahme: Rauenberg östlich von Ferro $31^\circ 2' 4''.928$ in dem Werk: »Die Königl. Preussische Landestriangulation, Hauptdreiecke, erster Theil, zweite verbesserte Auflage, Berlin 1870«, pg. V, und aus der Angabe für den Längenunterschied Greenwich—Rauenberg $13^\circ 22' 7''.29$ nach Van der Sande-Bakhuyzen in den »Verhandlungen der vom 12. bis 18. September 1893 in Genf abgehaltenen Conferenz der Permanenten Commission der Internationalen Erdmessung«, pg. 110.

Bei Benutzung der genannten Längendifferenz zwischen Ferro und Greenwich von $1^h 10^m 39^s.843$ erhielt ich für die Hauptpuncte des Astrophysikalischen Observatoriums die folgenden Coordinaten:

Astrophysikalisches Observatorium Königstuhl

	Länge östlich von Greenwich	Nördliche Breite	Höhe über N.N.
Bruce-Teleskop, Axenschnitt . . .	$0^h 34^m 54^s.38$	$49^\circ 23' 55''.7$ **)	$569^M.7$
Sechszöller, » . . .	0 34 54.41	49 23 54.7	565.2
Transit, » . . .	0 34 54.25	49 23 54.9	562.1
Reflector-Kuppel, Mitte	0 34 54.32	49 23 54.4	—
Thurmbolzen am Laboratoriumsbau .	0 34 54.35	49 23 55.5	563.2

Königstuhl, Sommer 1902.

*) Es sei mir gestattet, Geh. Hofrath Haid und Obergeometer Bürgin für den Nachweis dieser Zahl meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

**) Die genauen Breiten würden sein: 55.68, 54.70, 54.92, 54.42, 55.49; sie können aber selbstverständlich nur als Maass für die gegenseitige Lage der Puncte angesehen werden.

Die Lage

der früheren

Heidelberger Sternwarte

von **Max Wolf.**

Die »Privatsternwarte Heidelberg« liegt in den Gärten in dem Quadrat zwischen der Hauptstrasse, der Plöck, der Märzgasse und der Akademiestrasse in Heidelberg. Sie besteht im Wesentlichen aus einem von E nach W gerichteten zweigeschossigen Flügel, der östlich an das Haus Märzgasse 16 anstösst. Derselbe enthält Wohnung, Arbeitsräume und Werkstatt. Der westliche Theil trägt eine gewölbte Plattform mit Pfeilern für tragbare Instrumente. An ihn ist ein etwa 12 Meter hoher runder Thurm angebaut, der eine Drehkuppel von 5 Meter Durchmesser trägt*). In dieser Kuppel stand der sechszöllige Refractor mit Objectiv von Reinfelder und Hertel und Montirung von Sendtner. Später wurden auf denselben noch zwei sechszöllige Portraitlinsen von Voigtländer & Sohn aufmontirt**). Das Instrument stand auf einem isolirten etwa 10 Meter hohen Pfeiler aus Backstein. Im ersten Stock dieses Thurmes befand sich das Dunkelzimmer, im Erdgeschoss ein Raum für kleinere Instrumente.

In anstossenden Garten in einem Holzhäuschen auf einem niederen Backsteinpfeiler (110 cm über dem Erdboden) stand das gebrochene Transit von Eugen von Gothard von 54 mm Oeffnung, das für die regelmässigen Zeitbestimmungen für die Sternwarte und für die Stadt, für Unterrichtszwecke und ausserdem für einige Längenbestimmungen und einige Breitenbestimmungen nach der Horrebow-Methode benutzt worden ist.

Die Mitte des Refractors lag 785 cm östlich und 66 cm nördlich von der Mitte des Passageinstruments.

Die Sternwarte wurde im Jahre 1879 von meinem Vater dem practischen Arzte Franz Wolf und mir erbaut und 1884/85 auf die beschriebene Form erweitert. Die Instrumente wurden im Jahre 1898 aus der Sternwarte entfernt und sind gegenwärtig auf dem astrophysikalischen Observatorium auf dem Königstuhl aufgestellt.

Im Sommer 1895 habe ich an 18 Abenden mit dem Passageinstrument Polhöhenbestimmungen nach der Horrebow-Methode ausgeführt. Es ergab sich für das Transit die Breite

$$49^\circ 24' 34''.26 \pm 0''.09$$

und damit

$$49\ 24\ 34.28 \pm 0.09$$

für den Ort des Refractors***).

Im März 1898 wurde es mir durch das Entgegenkommen Professor Valentiners ermöglicht, einen Längenanschluss an das astrometrische Observatorium auf dem Königstuhl zu erlangen. Assistent Dr. Schwassmann beobachtete oben am Reichenbach'schen Meridiankreis, während ich selbst in der Stadt an dem Gothard'schen Transit arbeitete. Unter Benutzung der Telephonleitung konnten wir ohne Verwendung eines Relais auf denselben Chronographen im astro-

---

*) Abbildung in Sirius 1886 pg. 265.
**) Abbildung in Knowledge 1893 pg. 230.
***) Die Polhöhenschwankung ist angebracht.

metrischen Observatorium schreiben. Wir erhielten aus 61 Sternen die Längendifferenz zwischen Reichenbach-Kreis und Gothard-Transit

Königstuhl östlich von Heidelberg = $6^s.388 \pm 0^s.009$.

Leider waren die Bilder im Gothard-Transit wegen schlechter Flächen des Prismas sehr mangelhaft, und die Sterne hatten cometenartiges Aussehen; aus diesem Grund ist auch die Breite mit einem relativ so grossen wahrscheinlichen Fehler behaftet. Erst später nach der Aufstellung des Transits auf dem Königstuhl ist das Prisma von Reinfelder umgeschliffen worden.

Unter Zugrundlegung der Länge, wie sie sich für den Reichenbach-Kreis im Jahre 1898 (Juni 1—5) aus den Messungen der trigonometrischen Abtheilung der Königl. Preussischen Landesaufnahme ergab*), folgt für den Standpunct des Gothard'schen Transits in Heidelberg die Länge

$34^m 48^s.204$

östlich von Greenwich, und für den Refractor:

$34^m 48^s.230$.

Die Höhenlage der Puncte habe ich durch Anschluss an das städtische Nivellement bestimmt. Darnach lag die Oberfläche des Passagepfeilers in 114.3 Meter über N.N., die des Refractorpfeilers in 123.7 Meter und die Axenschnitte der beiden Instrumente in 114.7 bezw. in 125.9 Meter über N.N.

Die Coordinaten des Axenschnittes des Refractors, mit dem fast alle Beobachtungen von Wichtigkeit gemacht worden sind, und dessen Ort deshalb als Ort der Privatsternwarte Heidelberg angesehen werden kann, sind mithin:

Heidelberg

Höhe über N.N.	125.9 Meter
Oestliche Länge von Greenwich . . .	$0^h 34^m 48^s.23$
Nördliche Breite	$49° 24' 34''.3$.

Königstuhl, März 1902.

---

*) Unter der Annahme der Längendifferenz Ferro-Greenwich = $1^h 10^m 39^s.843$; vergl. pg. 2.

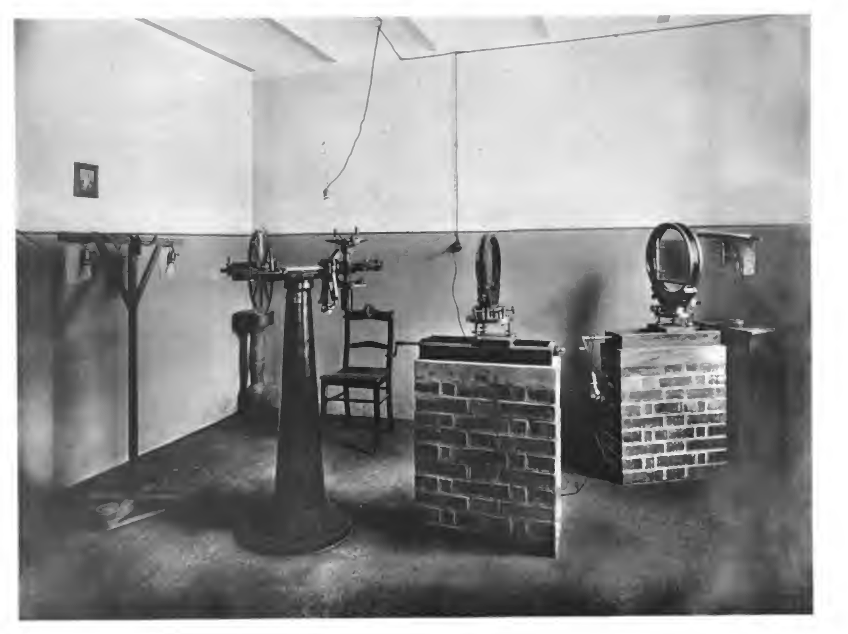


Fig. 3. Der Mess-Raum.

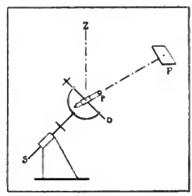
Der parallactische Messapparat

von **Max Wolf.**

Der von Kapteyn ersonnene parallactische Messapparat beruht auf dem Gedanken, die photographische Platte einem Aequatoreal so gegenüber zu stellen, dass man mit diesem Aequatoreal die Coordinaten der Sterne auf der Platte so wie sonst am Himmel ausmessen kann.

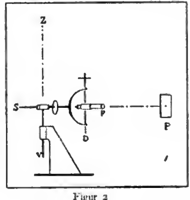
Man will direct von der Platte Stundenwinkel und Declination, beziehungsweise Rectascensions- und Declinations-Differenzen ablesen. Bei den Messapparaten anderer Art misst man dagegen zuerst lineare Coordinaten und hat sie nachher erst in Winkelcoordinaten umzuwandeln.

Würde man ein Aequatoreal in der üblichen Weise aufstellen, mit geneigter Stundenaxe, und die Coordinaten des Plattenmittelpunctes an den Kreisen einstellen, so brauchte man dem Aequatoreal die Platte nur im Raume an einer bestimmten Stelle gegenüberzustellen, um das gewünschte Ziel zu erreichen. Die Platte müsste — richtig orientirt — dabei vom Axenschnitt des Aequatoreales um die Brennweite des Objectives, mit dem die Himmelsaufnahme gemacht ist, entfernt stehen, dann würde man beim Drehen des Aequatoreales die Coordinaten des Himmels auf der Platte ablesen. Man hätte also, — wenn in Figur 1 die Axe *S* die Stundenaxe, *D* die Declinationsaxe, *F* das Fernrohr und *Z* das Zenith darstellte, — die Platte, etwa bei *P*, frei im Raum zu befestigen.



Figur 1

Das wäre sehr schwierig. Für jede andere Aufnahme müsste eine andere Lage im Raum aufgesucht werden. Deshalb wird die Stundenaxe auf eine dritte Axe gesetzt, die in Figur 2 mit *V* bezeichnet ist. Sie wird vertical gestellt, so dass die Stundenaxe horizontal liegt. Dann kann die photographische Platte *P* stets vertical in der Horizontalen aufgestellt bleiben, was unvergleichlich viel einfacher ist als die Aufstellung in beliebiger, variabler Richtung im Raum. Dreht man (Figur 2) um die Verticalaxe *V* und hält das Fernrohr auf die Platte gerichtet, so verändert man die Declination. Man hat nur durch Drehung um *V* und Nachfolgen um die Declinationsaxe *D* am Declinationskreise die Declination des Plattenmittelpunctes einzustellen. Ist dann noch der Abstand der Platte vom Axenschnitt gleich der Brennweite des Aufnahmeobjectives gemacht, so misst man auf der Platte die richtigen Declinationen und Rectascensionsdifferenzen.



Figur 2

Dieses Princip ist bei unserem Messapparat befolgt. Ein Aequatoreal mit Stunden- und Declinationskreis ruht mit horizontaler Stundenaxe auf einer verticalen Axe, die in dem schweren Glockenfuss gelagert ist, welcher das Stativ des Messapparates bildet (Figur 3). Dem Apparat gegenüber stehen auf Pfeilern die verticalen Plattenträger mit den photographischen Platten, welche vermessen werden sollen. Der nähere Pfeiler trägt das Plattenstativ für die Platten von 13 × 18 cm, welche mit einem unserer beiden Sechszöller von je ca. 80 cm Brennweite aufgenommen sind. Der entferntere Pfeiler trägt das grössere Stativ zur Aufnahme der Platten von 24 × 30 cm, welche mit den beiden Sechzehnzöllern von je ca. 200 cm Brennweite aufgenommen werden. Im ersten Falle hat die Platte 80 cm Abstand vom Axenschnitt des Messapparates, im letzteren Fall 200 cm. Hinter dem entfernteren Gestell sieht man das Stativ für die

---

Anmerkung. Die Mittel zu dem im Folgenden beschriebenen parallactischen Messapparat sind mir auf Anregung Berberich's von dem verstorbenen Geheimerath Prof. Dr. C. Scheibler in Berlin zur Verfügung gestellt worden. Dieser hochherzige Freund der Astronomie hat im Verein mit den Herren: v. Radowitz, Madrid, J. Hauff, Feuerbach, Fürst zu Fürstenberg, Donaueschingen, B. Henzel, Wiesbaden, Hilgenstock, Hoerde, S. Hirschler, Berlin, Kleine, Dortmund, Ad. Kröner, Stuttgart, Kühn, Berlin, Massenez, Wiesbaden, Jul. Rütgers, Berlin, Schwabach, Berlin, F. Siechen, Berlin — die Mittel zusammengebracht und uns damit für unsere Arbeit ein wichtiges Werkzeug in die Hand gegeben. Den Stiftern wird bei uns ein dauerndes dankbares Andenken gesichert sein!

Plattenbeleuchtung. Links vom Messapparat selbst findet man das Gestell für die Beleuchtung des Stundenkreises. Die Höhen sind so gewählt, dass sich sowohl das Ocular des Messapparates als auch die Mikroskope des Stundenkreises in Sitzhöhe befinden.

Der Messapparat selbst (Figur 4) ist möglichst schwer gebaut; aber, wie sich gezeigt hat, noch nicht schwer genug. Ich gebe hier die Beschreibung des Apparates, wie er zur Zeit der Messung der dritten Königstuhl-Nebelliste ausgesehen hat. In diesem Stadium ist er schon vielfach verbessert gegen die Zeit der Messung der Schwassmann'schen und meiner ersten Nebelliste. Ich werde ihn so beschreiben, trotzdem ich ihn jetzt nachträglich noch sehr verändert habe, weil immerhin diese drei Cataloge im Wesentlichen in dieser Form mit ihm gemessen sind. Die neue Form hoffe ich in einer späteren Publication darstellen zu können. Aus diesen Gründen gebe ich die Beschreibung auch möglichst kurz.

Der beidendig abgedrehte Glockenfuss (*A* in Figur 4) trägt oben einen schweren Rothgusseinsatz, der das Lager für die Verticalaxe bildet. Auf seinem oberen Flansch, der über den Flansch des Glockenfusses gestülpt ist, befindet sich die Stirntheilung des Azimutalkreises (*K*). Der Rothgusseinsatz enthält das konische Lager für die gusseiserne Verticalaxe, welche ein Stück mit der Wiege der Stundenaxe bildet. Der Flansch dieser Wiege dreht sich über dem oberen Flansch des Rothgusseinsatzes, trägt einen Index zur Azimutablesung und kann durch zwei diametrale Druckschrauben (*a*), welche auf glasharte Stahlplatten drücken, mit demselben verbremst werden. Ist dies geschehen, so ist die Einstellung des Apparates im Azimut fixirt.

Die horizontale Stundenaxe (*B*) ruht in den cylindrischen Lagern der Wiege. Die Lagerdeckel sind eingesetzt und die gusseiserne Wiege ist an beiden Lagern verstärkt. Am einen (linken) Ende trägt sie die beiden angegossenen Arme für die Mikroskopträger (*b*) für die Mikroskope des Stundenkreises, am andern Ende das aufgeschraubte Gussstück mit dem Lager der Feinbewegungsschraube (*C*) und deren Gegenfeder. Die Mikroskopträger aus Rothguss sitzen mit konischen Stahlzapfen zwischen drei Druckschrauben für die Justirung, welche durch das runde Endstück der Gussarme hindurchgehen. Zwei Muttern auf den konischen Zapfen ziehen die Träger gegen die Arme fest.

Das Lager der Stundenwiege, welches die Mikroskoparme trägt, ist der schwächste Punct des Messapparates. Es ist viel zu schwach; denn je nachdem man den Lagerdeckel leichter oder fester anzieht, bewegen sich die Mikroskope sichtbar auf und ab. Dies thun sie auch zeitweise bei der Rotation der Stundenaxe, weil diese nicht genau genug in das Lager passt und es ist deshalb von vornherein jede grössere Messgenauigkeit in Rectascension ausgeschlossen gewesen. Dazu kam noch, dass wenn der betreffende Lagerdeckel angezogen war, die Torsion der stählernen Stundenaxe zwischen Feinbewegung und Stundenkreis 7 Bogensecunden betrug. Es ist das kaum glaublich, dass sich eine solche Stahlaxe von 51 mm Durchmesser, auf eine Länge von 28 cm, bei geringer Reibung (das Lager war nur leicht angezogen) um 7 Secunden tordirt. Das ist sehr lehrreich, und es folgt daraus, dass jede andere Lagerung als in Ypsilons mit Entlastung für alle derartigen Instrumente ganz zu verwerfen ist.

Der Stundenkreis (*D*) aus Rothguss mit eingelegter Silbertheilung ist von 10 zu 10 Zeitsecunden getheilt (8640 Theile auf 400 mm Durchmesser) und wird durch die beiden Mikroskope (*P*) auf $^1/_{10}$ Zeitsecunde abgelesen und bequem auf $^1/_{100}$ Zeitsecunde geschätzt. Ein Gegengewicht *E* sitzt im Axenende.

Für die Feinbewegung in Rectascension hatte der Mechaniker eine Form gewählt, wie sie noch jetzt in Declination vorhanden ist. An die Rectascensions-Feinbewegung werden, weil sie zum Einstellen für das Messen in Rectascension dient, sehr hohe Anforderungen gestellt. Die vorhandene Feinbewegung war ganz ungenügend*), daher habe ich sie durch eine bessere ersetzt. Dazu wählte ich eine Form, wie ich sie schon mehrfach bei Theodoliten mit Erfolg benutzt hatte. Die 12 mm starke Schraube, durch ein langes aufgeschnittenes Lager gehend, drückt gegen den Zapfen (*F*) des mit Centralklemme versehenen Klemmstückes. Dieses wird durch eine sehr starke stählerne Spiralfeder, die über der Schraube eingehängt ist, gegen die Schraube gezogen. Die Feinbewegung reicht über 10 Grad, so dass man die ganze Länge der photographischen Platte ohne Lösen der Klemme durchmessen kann. Der Klemmring (*G*) mit keilförmiger Klemmbacke und Nut schleift in üblicher Weise auf einer Scheibe der stählernen Axe.

Gegen diese Scheibe und über das cylindrische Axenende gesteckt wird die Wiege (*H*) der Declinationsaxe mit 6 Schrauben gegengezogen. Diese gusseiserne, gabelförmige Wiege trägt die Declinationsaxe in zwei cylindrischen Lagern. Die doppelkonische Declinationsaxe, ein Rothgussstück, ist in der Mitte zu einem Würfel ausgebildet. Im Innern birgt er ein totalreflectirendes Prisma; auf den zwei entsprechenden Flächen werden Objectiv- bezw. Ocularrohr eingeschraubt. Die zweitheiligen Axenlager dienen gleichzeitig als Träger für zwei Nonien am einen und der Feinbewegung am anderen (unteren) Ende. Der Declinationskreis (*I*) am oberen Ende der Declinationsaxe ist von 10 zu 10 Minuten getheilt. Die zwei fliegenden Nonien geben halbe Minuten. Er dient nur zur Einstellung der Declination der Plattenmitte und theilweise zur Justirung des Apparates gegen die Platte. Die genaue Messung in Declination geschieht auf andere Weise.

Die Feinbewegung (*K*) wird, wie schon erwähnt, in veralteter Weise durch eine tangentiale Schraube bewirkt. Auf das am unteren Lager feste Stück wird eine aufgeschnittene Nuss geklemmt, die die Mutter der Schraube bildet; ein kugelförmiger Wulst der Schraube ist auf dem beweglichen Klemmstück gelagert. Das Klemmstück selbst trägt Centralklemme und schleift wie gewöhnlich in einer Keilnut um eine Scheibe der Axe. Diese Feinbewegung ist sehr schlecht, erstlich wegen der Luft der zwei Kugeln, besonders aber, weil sie einen Druck windschief zur Axe gibt und Spannungen hervorruft. Glücklicherweise braucht man sie aber nicht bei der Messung, sondern nur vorher zum Justiren und bei Konstantenbestimmungen des Messapparates.

Wie ersichtlich, ist das Fernrohr gebrochen. Dadurch wird es möglich, von beiderseits -40° Declination bis zum Pol zu beobachten. Steht das Ocularrohr in der Verlängerung der Stundenaxe, so ist das Fernrohr auf den Aequator gerichtet, während die Visirlinie dann zum Pol geht, sobald das Oculartheil senkrecht zur Stundenaxe steht.

*) Schwassmann's Catalog, mein erster Catalog, sowie meine Planetenpositionen sind noch alle mit ihr gemessen!

Eigentlich sollte das Objectiv im Axenschnitt selbst sitzen, damit es beim Anvisiren verschiedener Theile der Platte stets denselben Abstand von der Platte behält und im Projectionscentrum bleibt. Aus practischen Gründen ist es aber vor den Cubus gesetzt.

Es sind zwei Objective vorhanden, um bei verschiedenen Objectabständen messen zu können, also bei der Benutzung von photographischen Platten, die mit Objectiven verschiedener Brennweite aufgenommen sind. Aus demselben Grund lassen sich mit verschieden langen Stutzen die beiden Fernrohrarme verschieden lang machen. Für Sechszöllerplatten hat das Oculartheil 328, das Objectivtheil 38 Millimeter Länge, für Sechzehnzöllerplatten 312 und 95 Millimeter, gemessen vom Axenschnitt aus.

Geht man in verschiedene Declinationen, so wird durch diese Anordnung naturgemäss die Balancirung um die Stundenaxe geändert. Steht das lange Oculartheil senkrecht zur Stundenaxe, also bei der Visur auf den Pol, dann ist das Moment am grössten. Ein drehbarer Arm mit Laufgewicht (*M*) am unteren Ende der Declinationsaxe gestattet das Gleichgewicht für jede Declination wieder herzustellen*).

Das Ocularmikrometer (*L*) am Ende des Oculartheiles sitzt auf einem Triebstutzen und ist im Positionswinkel drehbar und feststellbar. Es besitzt einen festen horizontalliegenden Faden im Parallel und ein festes enges Paar (verticaler) Doppelfäden im Declinationskreis, welches sich verschieben lässt. Von der Mikrometerschraube werden drei Verticalfäden gemeinsam bewegt. Sie messen Declination und sind so vertheilt, dass man nur einen kleinen Theil (etwa 12 Revolutionen) der Schraube zum Messen zu benutzen braucht. Der Schraubenkopf von 62 mm Durchmesser aus Aluminium ist mit 30 bezifferten Theilen versehen, die jeweils wieder in 10 Partes getheilt sind. Schätzt man noch die Zehntel, so erhält man 0.1 Pars = $0^{Rev}.0003$. Der Apparat wurde seither nur für Aufnahmen benutzt, die mit den Sechszöllern und den Sechzehnzöllern aufgenommen waren. Im ersten Fall wird die Platte in durchschnittlich 807 mm Abstand vom Axenschnitt, im zweiten Fall in durchschnittlich 2020 mm Abstand von demselben aufgestellt. Im ersten Fall gibt 1 Pars der Schraube $0''.769$; es ist daher 0.1 Pars = $0''.077$. Im zweiten Fall ist 1 Pars der Schraube $0''.703$ und daher der bequem noch schätzbare 0.1 Pars = $0''.070$. Es beträgt also die Ablesungsgenauigkeit im Durchschnitt 0.07 Bogensecunden.

Wie bereits erwähnt, werden die Declinationsdifferenzen auf der Platte mit diesem Mikrometer gemessen. Man theilt sich die Platte in Zonen, die eine Breite haben von 80 Bogenminuten Declinationsdifferenz. In Rectascension misst man mit dem Stundenkreis die ganze Länge der Zone durch, während man in Declination in dem Spielraum von 80 Minuten mit dem Mikrometer arbeitet.

Es ist daher erforderlich, dass das Fernrohr sich während der Messung in einer Zone oder wenigstens während einer Messungsreihe in der Zone absolut nicht verstellt. Man fordert also grösste Stabilität in Allem. Ganz besonders darf auch die Stundenaxe in ihrer Axenrichtung nicht hin und hergehen, sonst ändert sich die Declination. Dies war früher durch ein am rechten Lager angebrachtes federndes Zwischenstück, einen federnden Stahlring, zu verhindern gesucht**). Das Gleiche gilt für die Declinationsaxe; verschiebt sie sich in ihrer Längsrichtung, so wird die Rectascension des messenden Fadens geändert. Auch hier war ein federnder Zwischenring vorhanden. Beides wurde als ungenügend und schädlich entfernt. An der Stundenaxe wurde eine Rothgussschraube (*N*) zur genauen Regulirung der Luft angebracht, an der Declinationsaxe wurde am untern Lager ein genau abgedrehter Stahlring zwischen Axe und Stirn des Lagers gelegt. Im letzteren Fall hat die Luft weniger Bedeutung, weil das Instrument stets im Wesentlichen in derselben Lage bleibt und mit seinem Gewicht auf der Stirn des untern Lagers aufliegt. — Man erkennt aber aus Allem, mit welch' grossen Schwierigkeiten man in constructiver Hinsicht beim parallactischen Messapparat zu rechnen hat, die bei andern Messinstrumenten gar nicht in Betracht kommen.

Aehnliches gilt für die Aufstellung der photographischen Platte. Sie soll in jeder Richtung justirbar sein und dem Messapparat genähert und von ihm entfernt werden können und dann doch absolut ruhig gegen den Apparat stehen. Aus diesem Grunde müssen die Plattengestelle möglichst stabil gehalten werden, und ich habe sie deshalb folgendermassen construirt.

Eine Gusstrommel von U-förmigem Querschnitt und innen mit einer Rippe verstärkt (Figur 5) wird aussen und innen abgedreht. Auf die Rippe werden drei abgedrehte Stäbe von quadratischem Querschnitt geschraubt, die die Plattenauflage zu tragen haben. Die Platte ruht unten auf zwei cylindrischen Messingstücken, die ihr Lager auf dem untern Stab haben. Ebenso an einer Seite. Mit der Schicht liegt sie gegen drei abgerundete Schraubenspitzen und wird von der Glasseite her (in der Figur vorn) durch drei Stahlstifte mit in Büchsen eingeschlossenen Spiralfedern gegen diese Spitzen gedrückt. Diese Federstifte können mit ihren Büchsen beim Einsetzen bezw. Wegnehmen der Platte einfach zur Seite geschlagen werden. Bei den grossen Platten haben sich seitliche Federn, die in der Ebene der Platte drücken, nicht bewährt. Auch die seitlichen Federn in den grossen Metallcassetten am Fernrohr haben sich beim Plattenformat 24 × 30 als unbrauchbar erwiesen und mussten durch eine andere Befestigung ersetzt werden.

Der Gussring ruht an zwei Stellen seiner Peripherie mit je zwei Puncten auf einem schiffhutartigen schweren Y-Träger. Die Auflage ist so beschaffen, dass nur die zwei hohen Ränder aufsitzen und zwar je auf einer Rothgussplatte, die auf die Oberfläche des Trägers justirbar aufgesetzt ist. Die Platten liegen mit ihrer breiten Fläche in der Richtung des Radius der grossen Trommel. Diese zwei ebenen Platten sind so gearbeitet, dass sie etwas zwischen die zwei Ringe des Cylinders hineingehen und dadurch gleichzeitig die seitliche Führung geben. Der abgedrehte Gussring dreht sich also genau um seinen Mittelpunct, wenn seine Peripherie auf den Rothgussplatten gleitet. Auf diese Weise kann die Platte um ihre optische Axe rotirt werden.

---

*) Diese Einrichtung war beim Messen der 1. und 2. Nebelliste noch nicht vorhanden.

**) Schwassmann's Catalog und mein erster sind noch damit gemessen.

Ein Zapfen am tiefsten Punct des Cylinders wird zwischen zwei Schrauben mit getheilten Köpfen genommen und ermöglicht so ein genaues Rotiren der Platte und die Feststellung nach beendeter Einstellung. Die Schraubenköpfe bewegen sich vor zwei Maassstäben zur genauen Ablesung ihrer Verschiebung.

Die Platte muss ferner um die Verticale gedreht werden können. Die Basis des Y-Lagers bildet daher eine Gussplatte mit einer 32 mm dicken cylindrischen Axe. Die Basisplatte schleift auf einer entsprechenden Platte des Fussstückes und die Axe ist in dasselbe eingeschliffen. Das ganze Gestell kann also über dem Fussstück um die verticale Axe gedreht werden. Ein an der Basis des Y-Trägers angebrachter Zapfen zwischen zwei am Fussstück gelagerten Mikrometerschrauben mit getheilten Köpfen und Maassstäben erlaubt Feinbewegung und Klemmung im Azimut.

Drei Fussschrauben mit getheilten Köpfen am Fussstück gestatten die Einstellung der Plattenebene senkrecht zur Visirlinie des parallactischen Messapparates, das Kippen der Platte gegen diese Visirlinie und das Heben und Senken der Platte im Ganzen*).

Wenn man den Messapparat für andere Declinationen (andere Platten) einstellen will, dann muss man, um das Fernrohr wieder gegen die im Raum feststehende Platte richten zu können, den Messapparat selbst um seine Verticalaxe drehen. Damit wird der Abstand des Fernrohres und des Axenschnittes von der Platte geändert. Um wieder die Distanz zwischen Axenschnitt und Platte gleich der Brennweite des Aufnahmeobjectives machen zu können, muss dann die Platte vom Messapparat entfernt, bezw. ihm genähert werden können.

Das ganze Plattenstativ steht deshalb auf einer wie ein Drehbankschlitten ausgebildeten Eisenplatte, die auf den gehobelten Wangen eines gusseisernen Troges durch eine Leitspindel hin und her geschoben werden kann. Der Eingriff in die Leitspindel erfolgt durch die von den amerikanischen Chronographen bekannte Amerikanerführung, welche ein eventuelles Schlagen der Spindel unschädlich macht. Der Trog ist mit vier Steinschrauben auf den Pfeiler geschraubt und mit Cement untergossen.

Dieser Apparat gestattet also, die Platte vertical und horizontal zu verschieben, beliebig zu kippen, um die optische Axe zu rotiren und um die Verticalaxe zu drehen. Das sind alle Bewegungen, die nothwendig sind, um die Platte dem Messapparat so gegenüber zu stellen, dass derselbe auf der Platte misst, als ob er sie aus dem optischen Centrum des Aufnahmeobjectives rückwärts auf den Himmel projiciren würde.

Die genaue Justirung von Messapparat und Platte gegeneinander wird dadurch erreicht, dass man eine Anzahl bekannter Sterne, die nach gewissen Gesichtspuncten angeordnet sind, auf der Platte auswählt uud nach einfachen Regeln die Orientirung von Platte und Apparat gegeneinander so lange ändert, bis die Ablesungen des Apparates die bekannten Coordinaten der Sterne möglichst richtig wieder geben.

Die Beleuchtung der Platte geschieht durch ein Gestell von Glühlampen, vor die ein Bogen Seidenpapier gehängt ist**). Man muss sich hüten, mit den Lampen der Platte zu nahe zu kommen; denn trotzdem nur *eine* 16kerzige Lampe brennt, spürt man bei kleinerem Abstand als 40 cm den Einfluss der Erwärmung in den Messungen. Die Glühlampen können vom Ocular aus einzeln angedreht oder ausgelöscht werden. Ebenso werden Mikrometer und Kreise durch entfernte Glühlampen beleuchtet.

Im Folgenden seien die Dimensionen der wichtigsten Theile zusammengestellt:

I. Messapparat.

	mm
Glockenfuss, Durchmesser des untern Flansches	500
Glockenfuss, Durchmesser des obern Flansches	135
Azimutalkreis, Durchmesser	144
Stärke der conischen Verticalaxe (in der Mitte)	55
Länge der conischen Verticalaxe	86
Länge der Wiege der Stundenaxe (von aussen zu aussen)	297
Dicke des Mantels der Wiege	20
Dicke des Mantels der Wiege an den Lagern	25
Länge der cylindrischen Lager der Stundenaxe	32
Dicke der Stundenaxe in den Lagern	50
Dicke der Stundenaxe in der Mitte	52
Durchmesser der Kreistheiluug des Stundenkreises	400
Durchmesser der Kreistheilung des Declinationskreises	210
Seitenlänge des Fernrohr-Kubus	60
Länge der Wiege der Declinationsaxe (von aussen zu aussen)	188
Länge der Lager der Declinationsaxe	20
Dicke der Zapfen der Declinationsaxe	30
Objectivöffnung der Linse für grosse Brennweiten	26
Objectivöffnung der Linse für kleine Brennweiten	22

*) Es wäre viel bequemer und vortheilhafter für die Justirung der Platte, das Kippen der Platte gegen die optische Axe nicht durch die Fussschrauben, sondern durch Drehen um eine durch die Plattenebene gerichtete horizontale Axe zu bewirken. Das wurde seither aus Stabilitätsgründen unterlassen. Ich beabsichtige es aber das nächste Mal auszuführen.

**) Auf Figur 3 zurückgeschlagen.

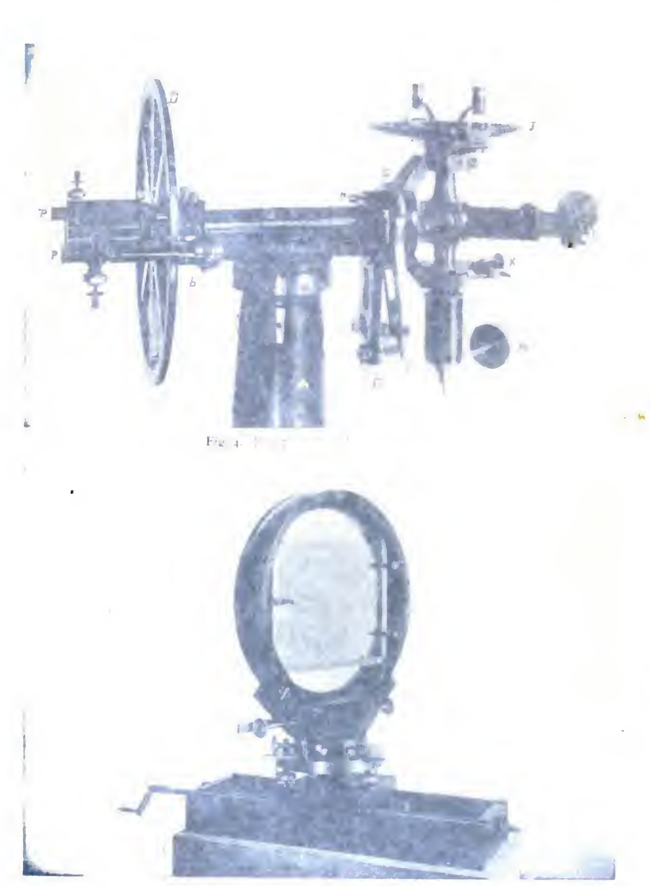


Fig. 4. [illegible]

Fig. 5. Messgestell für Platten von 24×30 cm.

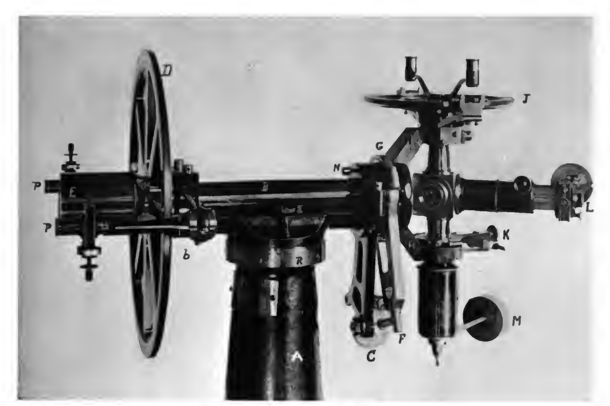


Fig. 4. Der parallactische Messapparat.


Fig. 5. Messgestell für Platten von 24×30 cm.

		mm
Bildweite bei Sechszöllerplatten	Objectiv-Theil	38
	Ocular-Theil	328
	Zusammen	366
Bildweite bei Sechzehnzöllerplatten	Objectiv-Theil	95
	Ocular-Theil	312
	Zusammen	407
Linearvergrösserung bei Sechszöllerplatten		8fach
Linearvergrösserung bei Sechzehnzöllerplatten*)		$5^1/_2$fach.

II. Plattengestell für Platten von 24 × 30 cm.

Durchmesser der Trommel des Plattengestelles	435
Breite der Trommel des Plattengestelles	74
Dicke der Führungsstücke der Trommel (der Rothgussplatten)	4
Durchmesser der Lauffläche der runden Basis	140
Dicke der cylindrischen Verticalaxe	32
Länge der cylindrischen Verticalaxe	40
Durchmesser der Fussplatte für die Fussschrauben	220
Länge des Supportschlittens	178
Breite des Troges von aussen zu aussen	212
Wangenlänge	600
Dicke der Leitspindel	22

Der Messapparat sass zusammen mit den beiden Pfeilern der Plattengestelle auf einem 30—40 cm starken Betonklotz, der gleichzeitig den Fussboden bildete. Da durch das Bewegen des Beobachters nachweisbare Senkungen des Bodens und demzufolge Beobachtungsfehler entstanden, was besonders schädlich bei den Messungen mit grossem Plattenabstand bei den Sechzehnzöllerplatten war, so wurden später die drei Apparate auf einen etwa 2 Meter tiefen gemeinsamen Pfeiler gestellt, der an drei in Betracht kommenden Stellen isolirt durch den Fussboden geführt ist. Alle in diesem Band gegebenen Messungen sind aber noch mit der früheren Aufstellung gemacht und deshalb mehr oder weniger mit solchen durch die Schwankungen verursachten Fehlern behaftet, die zeitweise die Zehntel-Zeitsecunde erreichen. Eine viel grössere Messgenauigkeit als die Zehntel-Zeitsecunde in Rectascension und die Secunde in Declination ist also wenigstens bei den Sechzehnzöllerplatten kaum zu erwarten gewesen. Bei der kurzen Distanz für die Sechszöllerplatten, die Schwassmann bei seinen Messungen benutzt hat, wird die Genauigkeit in dieser Hinsicht grösser sein.

Ueber die Bestimmung der Constanten des Messapparates und die Orientirung wird von Schwassmann in diesem Bande eingehend berichtet.

Die zwei wichtigsten Theile des Messapparates sind die Mikrometerschraube für die Declinationsablesungen und der Stundenkreis. Leider sind diese beiden Präcisionsinstrumente recht mässig ausgefallen. Die Mikrometerschraube ist von Schwassmann genauer untersucht worden. Er fand die fortschreitenden Fehler gering. Dagegen erreichen die periodischen Fehler 0.09 einer Revolution und geben als Maximalfehler 1."54. Die Tabelle zur Correction der Trommelablesungen für die verschiedenen benutzten Revolutionen findet man in der Schwassmann'schen Arbeit (pg. 46 dieses Bandes).

Der Stundenkreis ist von Kopff und mir untersucht worden. Da die Platte feststeht und das Feld in Rectascension höchstens 30 Zeitminuten lang ist, so wird vom Stundenkreis nur ein Stück von 30^m an jedem Mikroskop benutzt. Am einen Mikroskop die Stelle von $17^h 45^m 0^s$ bis $18^h 15^m 0^s$, am anderen Mikroskop die Stelle von $5^h 45^m 0^s$ bis $6^h 15^m 0^s$. Der ganze übrige Kreis kommt für die Messungen selbst nie zur Benutzung. Ferner handelt es sich auch bei diesem kleinen Theil von $^1/_{48}$ der Peripherie nur um Differenzenmessungen. Sowohl Excentricität als regelmässige Theilungsfehler spielen daher nur eine untergeordnete Rolle. Letztere sind noch nicht bestimmt worden. Die Excentricität (ich fand $e = -0^{mm}_{.}00365$ und $u = 9^h 53^m_{.}7$) ist aber trotzdem in der Tabelle der zufälligen Theilungsfehler berücksichtigt worden. Die zufälligen Theilungsfehler spielen dagegen bei den Differenzenmessungen die Hauptrolle, und da sie gerade bei unserem Kreis, wie schon der blose Anblick durch die Mikroskope zeigt, sehr gross sind, so mussten sie bestimmt werden.

Sie wurden zweimal bestimmt mit Hilfe der Ablesungsmikroskope, nachdem zuerst die Schrauben dieser Mikroskope selbst untersucht waren. Die Distanz von zwei Theilstrichen wurde in der ersten Bestimmungsreihe viermal, später je achtmal eingestellt. Diese letzteren Ablesungen (über 7000 Einstellungen) sind alle von Herrn Kopff gemacht worden. Alle Sätze, die keine gut übereinstimmenden Resultate ergaben, wurden wiederholt.

Jedes Intervall wurde mit dem aus allen unter Berücksichtigung von Run und Excentricität erhaltenen mittleren Intervall verglichen.

Die so erhaltenen Strichfehler des Stundenkreises sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Wie man sieht, ist ihre Kenntniss sehr nothwendig gewesen.

*) Das Ocular für Sechzehnzöllerplatten hat kürzere Aequivalent-Brennweite als jenes für Sechszöllerplatten.

Theilungsfehler des Stundenkreises.

	XVII^h	V^h
$45^m\ 0^s$	$-0^s.10$	$+0^s.72$
10	-0.23	+0.75
20	-0.16	+0.91
30	-0.28	+0.74
40	-0.11	+0.91
50	-0.21	+0.89
46 0	-0.21	+0.97
10	+0.04	+0.83
20	-0.09	+0.92
30	-0.03	+0.88
40	-0.09	+1.04
50	-0.11	+0.91
47 0	-0.16	+0.95
10	-0.29	+1.01
20	-0.11	+1.33
30	-0.14	+0.86
40	-0.05	+0.94
50	-0.17	+0.95
48 0	+0.05	+1.02
10	+0.12	+0.91
20	+0.07	+1.02
30	-0.04	+1.11
40	+0.14	+0.96
50	+0.18	+0.85

	XVII^h	V^h
$49^m\ 0^s$	$+0^s.19$	$+0^s.89$
10	+0.05	+1.08
20	+0.19	+0.98
30	+0.17	+0.83
40	+0.22	+1.01
50	+0.33	+0.69
50 0	+0.28	+0.78
10	+0.26	+0.58
20	+0.34	+0.86
30	+0.25	+0.66
40	+0.25	+0.66
50	+0.09	+0.80
51 0	+0.34	+0.88
10	+0.24	+0.79
20	+0.25	+0.85
30	+0.19	+0.69
40	+0.40	+0.86
50	+0.14	+0.83
52 0	+0.14	+0.87
10	+0.01	+0.74
20	+0.46	+0.70
30	+0.30	+0.87
40	+0.32	+0.85
50	+0.25	+0.73

	XVII^h	V^h
$53^m\ 0^s$	$+0^s.48$	$+0^s.63$
10	+0.04	+0.66
20	+0.18	+0.64
30	+0.11	+0.62
40	+0.36	+0.62
50	+0.24	+0.51
54 0	+0.38	+0.73
10	+0.30	+0.60
20	+0.52	+0.71
30	+0.35	+0.61
40	+0.45	+0.62
50	+0.45	+0.44
55 0	+0.39	+0.63
10	+0.16	+0.46
20	+0.37	+0.69
30	+0.16	+0.29
40	+0.25	+0.44
50	-0.05	+0.44
56 0	-0.07	+0.38
10	-0.12	+0.07
20	-0.18	+0.36
30	-0.30	+0.24
40	+0.09	+0.14
50	+0.01	+0.04

	XVII^h	V^h
$57^m\ 0^s$	$+0^s.03$	$+0^s.02$
10	-0.14	-0.14
20	+0.01	+0.08
30	-0.14	-0.06
40	+0.00	+0.08
50	+0.04	-0.09
58 0	+0.06	+0.08
10	-0.12	+0.02
20	+0.08	+0.10
30	-0.21	+0.09
40	-0.10	+0.03
50	-0.24	-0.25
59 0	-0.06	-0.03
10	-0.16	-0.12
20	-0.19	-0.08
30	-0.11	-0.19
40	-0.14	-0.08
50	-0.16	-0.09

	XVIII^h	VI^h
$0^m\ 0^s$	$+0^s.14$	$+0^s.07$
10	+0.10	-0.13
20	+0.13	-0.14
30	+0.02	-0.16
40	+0.17	-0.09
50	+0.13	-0.10
1 0	+0.16	-0.03
10	+0.01	-0.21
20	+0.13	-0.04
30	-0.07	-0.24
40	-0.07	-0.16
50	+0.09	+0.04
2 0	+0.02	-0.05
10	-0.03	-0.15
20	-0.01	+0.12
30	+0.02	-0.15
40	+0.03	-0.11
50	-0.04	-0.13
3 0	-0.10	-0.16
10	-0.21	-0.17
20	-0.00	+0.02
30	-0.08	-0.09
40	+0.13	-0.20
50	+0.06	-0.14

	XVIII^h	VI^h
$4^m\ 0^s$	$+0^s.29$	$+0^s.23$
10	+0.21	-0.11
20	+0.09	-0.06
30	+0.22	-0.00
40	+0.26	+0.11
50	+0.11	-0.08
5 0	+0.23	+0.11
10	+0.08	-0.01
20	+0.29	+0.04
30	+0.16	+0.05
40	+0.15	+0.05
50	+0.07	-0.06
6 0	+0.41	+0.14
10	+0.34	+0.04
20	+0.26	+0.20
30	+0.09	-0.17
40	+0.10	+0.03
50	+0.06	+0.11
7 0	+0.38	+0.01
10	+0.40	-0.01
20	+0.36	-0.07
30	+0.41	-0.10
40	+0.58	+0.05
50	+0.40	-0.24

	XVIII^h	VI^h
$8^m\ 0^s$	$+0^s.35$	$-0^s.05$
10	+0.10	-0.23
20	+0.25	-0.13
30	+0.17	-0.14
40	+0.28	+0.06
50	+0.07	-0.24
9 0	+0.38	-0.22
10	+0.35	-0.35
20	+0.42	-0.25
30	+0.43	-0.50
40	+0.47	-0.42
50	+0.53	-0.44
10 0	+0.59	-0.27
10	+0.49	-0.42
20	+0.55	-0.31
30	+0.48	-0.41
40	+0.67	-0.38
50	+0.58	-0.41
11 0	+0.61	-0.31
10	+0.44	-0.49
20	+0.58	-0.38
30	+0.43	-0.44
40	+0.63	-0.45
50	+0.51	-0.35

	XVIII^h	VI^h
$12^m\ 0^s$	$+0^s.50$	$-0^s.26$
10	+0.31	-0.48
20	+0.33	-0.36
30	+0.26	-0.46
40	+0.23	-0.37
50	+0.15	-0.34
13 0	+0.18	-0.40
10	+0.12	-0.39
20	+0.27	-0.29
30	+0.09	-0.47
40	+0.41	-0.38
50	+0.13	-0.58
14 0	+0.26	-0.41
10	+0.18	-0.57
20	+0.37	-0.34
30	+0.20	-0.55
40	+0.27	-0.53
50	+0.11	-0.62

Anmerkung: Es muss hier noch ausdrücklich betont werden, dass die so bestimmten Strichfehler des Stundenkreises keine reinen zufälligen Theilungsfehler sind; sie sind vielmehr zusammengesetzt aus den zufälligen Theilungsfehlern des Kreises und aus den Fehlern, welche durch die Pressung der Axe und durch die regelmässige Bewegung der Mikroskoparme hinzugefügt werden.

Verzeichniss von 154 Nebelflecken

in

Cancer und Lynx

(Königstuhl-Nebelliste No. 1)

von **Max Wolf.**

Die in der folgenden Liste zusammengestellten Nebel sind zum Theil einem früheren Aufsatz*) entnommen, zum Theil werden sie hier zum ersten Mal mitgetheilt. Wegen der Art der Messung und der Bezeichnungen findet sich Näheres l. c. und in diesem Bande bei der Besprechung der Nebel um den Pol der Milchstrasse.

Die Nebel sind in fünf Gruppen vermessen:

I. Gruppe um A.R. =	$8^h 12^m.1$	N.P.D. = 70° 40′	1901 Februar 13:	92^m belichtet
II. » » »	17.7	69 55	» »	92 »
III. » » »	8.8	65 17	» Januar 9:	95 »
IV. » » »	9.7	66 21	» »	95 »
V. » » »	41.2	71 11	» Januar 13:	81 »

Die Anschlusssterne für diese fünf Gruppen, welche sich übrigens aus obigen Angaben sofort trennen lassen, sind alle dem Astronomischen Gesellschaftscatalog entnommen. Deshalb sind auch die Coordinaten der Nebel für 1875.0 berechnet. Es sind folgende Anschlusssterne benutzt:

Anschlusssterne.

Gruppe I	Gruppe II	Gruppe III
A.G. Berlin A. 3257	A.G. Berlin A. 3281	A.G. Berlin B. 3291
A. 3265	A. 3296	B. 3306
A. 3268	A. 3336	B. 3315
A. 3281	A. 3338	B. 3323
A. 3296	B. 3354	B. 3339
A. 3306	B. 3380	
B. 3330	B. 3396	

Gruppe IV	Gruppe V
A.G. Berlin B. 3306	A.G. Berlin A. 3502
B. 3317	A. 3505
B. 3321	A. 3510
B. 3339	A. 3516
	A. 3519
	A. 3520
	A. 3544
	A. 3545
	A. 3561

---

*) Sitzungsbericht der Königl. bayerischen Akademie Bd. XXXI, 1901, pg. 111.

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Grösse	Helligkeit	Beschreibung
1		8^h 6^m $6^s.8$	$+3^s.59$	65° 32′ 55″	$+10''.5$	S	pB	l 135, dif
2		6 10.1	+3.59	65 34 39	»	l	pB	l 360, dif
3		6 38.5	+3.60	64 56 46	»	pS	vF	O, p dif
4		6 39.3	+3.61	64 57 47	»	S	pF	O
5		6 39.7	+3.58	65 45 30	»	S	pB	R, p dif, stell N
6		7 19.0	+3.60	65 9 24	+10.6	S	vF	l 155, dif
7		7 41.3	+3.59	65 29 33	»	S	pF	O, dif
8		7 44.1	+3.59	65 29 21	»	S	pF	O, dif — 7 ↄ 8
9		7 51.4	+3.58	65 39 33	»	S	F	dif, biN
10		7 53.9	+3.60	65 4 36	»	S	vF	iF, l 360
11		8 0.2	+3.60	65 5 7	»	S	vF	iF
12		8 34.5	+3.58	65 46 14	+10.7	S	pB	p dif, bf
13		8 34.6	+3.56	66 25 15	»	l	pF	l 135, bM, biN
14		8 40.6	+3.56	66 29 9	»	pL	pB	E 90, Nn
15		9 6.2	+3.59	65 7 28	»	vS	F	iF, dif, att ✱ sp
16		9 6.4	+3.57	65 59 11	»	S	F	O
17		9 12.3	+3.58	65 40 11	»	pS	pF	O, h
18		9 13.1	+3.60	64 55 27	»	S	pF	R, O
19		9 17.6	+3.57	66 9 49	»	pL	vF	N
20		9 27.4	+3.59	65 26 24	»	pS	B	l 205
21		9 44.6	+3.57	65 58 6	+10.8	S	F	lbM, dif
22		9 50.6	+3.56	66 2 22	»	S	pF	ll 360, dif, biN
23		9 52.5	+3.57	66 3 14	»	S	vF	dif, diffic
24		9 59.0	+3.60	64 56 37	»	S	pF	R, O
25		10 8.2	+3.57	66 6 8	»	l	vF	l 45, nw — B ✱ $4^s.2$ f & $10''$ s
26		10 11.7	+3.45	71 9 43	»	S	pB	R, bM — ✱ BD 18°1904 nf
27		10 15.2	+3.57	66 2 9	»	S	vF	l 360, vlbM, pdif
28		10 19.1	+3.57	65 54 1	»	S	pB	stell N, p dif
29		10 23.1	+3.64	65 25 17	»	vS	pF	R, O, iFs
30		10 27.5	+3.45	71 12 17	»	vS	pB	O, ll, pBN — W into ✱ BD 18°1905
31	2554	10 28.6	+3.57	66 8 35	»	L	vB	!, 2 spiral A', BN, dif
32		10 32.9	+3.60	64 52 41	»	vl	pB	!, vl 135, nw
33		10 38.0	+3.60	64 49 8	»	S	pB	R, O
34		10 45.2	+3.56	66 33 1	»	S	pF	l 25
35		10 48.2	+3.47	70 31 8	»	S	pB	gbM, ✱ np $0^s.22$
36		10 52.0	+3.59	65 5 17	»	S	pB	bM, dif
37		10 55.2	+3.46	70 52 47	»	vS	vF	gbM, neb W 10 v nr ✱ 68
38		11 2.2	+3.45	71 12 47	+10.9	S	pB	bM
39		11 2.8	+3.46	70 56 55	»		pB	neb ✱, 2 spiral A' 135
40		11 3.1	+3.45	71 12 10	»	S	pB	gbM — 40 ↄ 38

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Grösse	Helligkeit	Beschreibung
41		$8^h 11^m 18^s.2$	$+3^s.45$	71° 8′ 9″	+10″.9			!, iF — conn 44 & 46
42		11 19.7	+3.59	65 4 31	»	S	pF	bM, ll 360, dif
43		11 21.4	+3.46	70 57 46	»	vS	pF	iF
44		11 23.3	+3.45	71 9 6	»			!, iF — conn 41 & 46
45		11 24.7	+3.46	71 2 42	»	S	F	O, h, def p
46		11 27.7	+3.45	71 9 44	»	pL	pF	!, iF — 41, 44 & 46 one Neb*)
47		11 42.3	+3.46	70 42 15	»			!, ✱ att 51 — Δδ = 21″.17 — spiral A'
48		11 47.1	+3.60	64 49 13	»	L	pF	dif — ✱ sf 135
49		11 47.8	+3.46	71 0 20	»	S	F	dif, stell N, vnr ✱ sf
50		11 48.8	+3.60	64 49 33	»	S	pB	bM — vnr B ✱
51		11 51.4	+3.46	70 41 54	»	S	pF	!, curved N, Ch into ✱ 47
52		11 51.9	+3.46	70 39 24	»	vS	pB	l 50
53		11 54.6	+3.47	70 12 45	»	pS	vF	lbM, dif
54		11 56.6	+3.57	65 52 3	»	S	F	l 90, bM, dif
55		11 56.7	+3.45	71 6 49	»	S	pF	iF, def borders
56		12 2.9	+3.47	70 17 53	»	pS	pF	dif, lN 135 — several dif Neb' vnr
57		12 7.1	+3.45	71 6 14	»	S	vF	gbM, ll 125, dif
58		12 8.4	+3.48	70 2 51	»	vS	pF	Af 135, bM
59		12 13.8	+3.47	70 37 33	»	vS	pF	iF, l 135
60		12 16.2	+3.45	71 11 49	»	vS	F	l 90, vF stell N, B ✱ sf
61		12 16.5	+3.46	70 42 46	»	vS	pF	iF, vlbM
62		12 54.5	+3.45	71 13 35	+11.0	S	pB	O — several similar vnr
63		12 56.6	+3.45	71 12 22	»	S	pF	iF, exc Ns — ✱ vnr nf
64		12 57.3	+3.45	70 16 17	»	vl	F	vl 60, nw
65		13 2.2	+3.45	71 11 21	»	pS	F	iF, 2 A' n & p
66		13 3.3	+3.45	71 10 28	»	S	vF	ll, pB exc N — ✱ sf
67		13 4.4	+3.47	70 15 7	»	vS	F	R, vlbM
68		13 6.6	+3.47	70 11 29	»	vS	F	l 360
69		13 22.1	+3.47	70 10 3	»	vS	B	neb ✱
70		13 26.9	+3.47	70 9 17	»	S	vF	lN
71		13 27.1	+3.47	70 29 52	»	vS	F	pR, bM
72		13 30.8	+3.47	70 10 1	»	pS	pB	l 360, p dif
73		13 32.0	+3.47	70 14 41	»	vS	pB	R, iFf, bM
74		13 33.1	+3.45	71 12 37	»	pS	vF	l 165, several FN'
75		13 35.7	+3.45	71 8 37	»	pS	pB	curved, l 40, vnw, NM
76		13 42.4	+3.45	71 5 57	»	S	vF	l 45, vlbM, dif
77		13 43.8	+3.45	71 5 32	»	vS	vF	vF stell N
78		13 51.9	+3.46	70 50 39	+11.1	S	F	S-form, vFN
79		13 58.9	+3.46	70 41 31	»	vS	F	R, dif, N
80		14 1.7	+3.48	69 50 55	»	S	pB	R, exc stell N, iFf

*) 41, 44 und 46 liegen in einem Nebel; derselbe ist draperieartig oder wie eine Bogenbrücke mit drei Pfeilern; die drei Fusspuncte sind gemessen.

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Grösse	Helligkeit	Beschreibung
81		$8^h 14^m 9^s.9$	$+3^s.46$	70° 45′ 47″	$+11''.1$	vS	F	dif, vF stell N
82	2572	14 12.3	+3.47	70 27 30	»	S	pB	l 155, dif, 2 Z', ✱ 13 s att
83		14 22.0	+3.45	70 59 1	»	vS	F	O, N
84		14 22.5	+3.45	71 7 48	»	S	F	R, O
85		14 24.1	+3.45	70 56 9	»	vS	F	O, N
86		14 28.6	+3.45	71 8 10	»	vS	pB	R, O
87		14 28.8	+3.45	71 7 20	»	S	F	dif
88		14 30.2	+3.45	70 59 33	»	S	pF	R, O
89		14 46.3	+3.47	70 24 37	»	S	pF	l 155, nw, several N' — s measured
90		14 56.9	+3.46	70 41 32	»	pL	vF	curved, iF, F ✱ att f*)
91		15 0.0	+3.46	70 35 32	»	l	vF	l 90, dif, several N'
92		15 3.6	+3.46	69 59 15	»	pS	pB	l 65, h
93		15 7.7	+3.46	70 11 18	»	pS	pF	l 110, Af, vnw, curved f, stell N
94		15 11.9	+3.46	70 45 1	+11.2	vS	B	R, stell, 2 spiral A'
95		15 21.9	+3.48	69 55 20	»	pL	vF	R, dif — chief of a gr
96		15 25.4	+3.48	69 40 49	»	vS	pB	R, stell N, F ✱ att s
97		15 48.7	+3.44	70 31 16	»	S	F	R, N
98		15 49.2	+3.45	70 59 17	»	S	pF	R, O
99		15 54.3	+3.47	70 11 31	»	pS	F	vlbM, dif, biN
100		16 8.6	+3.45	71 3 56	»	vS	vF	R, O — chief of a gr of O Neb'
101		16 9.9	+3.45	71 4 1	»	vS	F	R, O
102		16 19.1	+3.45	70 51 7	»	pL	pB	p dif, pB O N
103		16 21.7	+3.45	71 1 17	»	S	pB	R, O, vF W to a ✱ 112
104		16 42.4	+3.46	70 34 32	+11.3	pS	F	lbM, dif
105		16 44.3	+3.45	70 56 30	»	pS	pF	R, O, lbM, A 45
106		16 54.1	+3.48	69 38 47	»	S	F	l 90, att B ✱ p
107		16 57.2	+3.47	69 53 34	»	S	vF	R, bM, p dif — 2[d] vnr sf
108		17 3.3	+3.43	70 49 32	»	S	vF	iF, dif
109		17 4.3	+3.49	69 3 56	»	pS	F	l 45, nw, Af, bM
110		17 5.3	+3.46	70 35 36	»	L	pF	lbM, dif
111		17 15.1	+3.47	70 2 48	»	S	vF	gbM, stell N, B ✱ s
112		17 19.5	+3.45	71 0 39	»	pS	pF	iF, p dif, F stell N, att No. 113
113	2581	17 20.6	+3.45	71 0 10	»	pL	pB	iF, dif, F stell N — chief of a gr
114		17 26.7	+3.47	69 59 43	»	S	F	lbM, dif, att sm Neb f
115		17 27.2	+3.45	70 56 33	»	S	pB	R, O, spiral W'
116		17 29.9	+3.45	70 55 57	»	vS	vF	dif, vFN
117		17 36.5	+3.49	69 8 4	»	S	pB	R, dif f & p, stell N, chief of 3
118		17 48.1	+3.47	70 6 1	»	vS	F	l, lN
119		17 51.4	+3.47	70 5 20	»	S	pF	R, p dif, stell N
120		17 52.2	+3.47	70 6 8	»	S	F	ll 135, curved, FN — vS Neb vnr f

*) Draperieartig, brückenförmig, die Füsse der Pfeiler im Süden.

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Grösse	Helligkeit	Beschreibung
121	2582	8h 17m 56s.9	+3s.49	69° 15′ 46″	+11″.4	vS	F	l 160, exc nf stell N
122		18 2.3	+3.47	70 8 19	»	S	F	dif, exc vFN
123		18 27.3	+3.48	69 39 15	»	pL	pF	bM, dif — between 4 B ✱'
124		18 32.5	+3.45	70 8 48	»	pL	pF	p dif
125		18 37.9	+3.47	69 50 10	»	S	pF	R, bM
126		18 47.4	+3.48	69 42 36	»	vS	pF	bM, lN 170
127		19 1.6	+3.48	69 21 44	»	S	pB	R, stell N, dif f
128		19 9.7	+3.47	69 57 21	+11.5	vS	pB	iF, N
129		19 23.6	+3.47	69 47 41	»	S	pB	pR, ll 90
130		19 26.8	+3.48	69 42 37	»	S	F	pR, ll 135, B ✱ sf
131		19 34.0	+3.50	69 13 39	»	S	F	dif, exc N
132		21 8.5	+3.47	69 47 52	+11.6	S	pF	R, bM, dif
133		37 24.4	+3.42	71 15 28	+12.7	pS	pB	!, ell 180, vlbM
134		39 36.2	+3.40	71 53 48	+12.9	vS	vF	
135		39 36.8	+3.41	71 53 9	»	vS	F	R, O
136		39 39.6	+3.41	71 47 23	»	S	pB	!, R, bM
137		39 42.0	+3.43	70 37 47	»	pL	vF	l 190, br s
138		41 0.2	+3.40	71 50 20	+13.0	pS	B	!, l 165
139		41 4.8	+3.40	71 55 49	»	pS	pB	!, l 80, nw
140		41 12.2	+3.43	70 30 17	»	vS	pF	R, h
141		41 18.5	+3.42	71 12 38	»	pL	pB	!, bM — ✱ 15 p
142		41 19.4	+3.43	70 31 20	»	S	pB	ll 90, stell N
143		41 22.7	+3.43	70 29 50	»	S	vF	l 235, h
144	2672	42 13.9	+3.43	70 27 54	»	L	F	!, pB stell N in L dif nebulosity invol-
145	2673	42 16.3	+3.44	70 27 55	»	S	pB	!, R, stell N [ving 144 & 145
146		42 17.1	+3.42	70 59 47	»	S	pB	!, R, N — ✱ 14 np
147		42 25.0	+3.42	70 47 49	+13.1	vS	pF	FN
148		42 43.1	+3.42	70 44 49	»	vS	pF	R, vlbM
149	2677	42 53.5	+3.43	70 31 42	»	vS	pB	!, R, O — chief of a gr
150		42 55.2	+3.42	70 53 9	»	vS	F	ll 65, FN
151		43 25.6	+3.42	70 58 38	»	S	pB	R, O
152		44 2.0	+3.42	70 54 38	+13.2	S	B	R, l exc p stell N
153		44 20.2	+3.43	71 35 18	»	pL	vF	R, dif — 2d vnr sf
154		45 4.3	+3.43	71 25 55	»	pS	F	ll 360, dif

Die Anwendung des parallactischen Messapparates

auf Platten mit grossem Gesichtsfeld,

erläutert durch eine

Vermessung von 301 Nebelflecken in der Virgo

(Königstuhl-Nebelliste No. 2)

von **A. Schwassmann.**

Der Grundgedanke des von Kapteyn ersonnenen parallactischen Messapparates zur Ausmessung photographischer Himmelsaufnahmen ist der folgende:

»Betrachtet man eine solche Aufnahme, indem man sich das Auge in das Centrum des abbildenden Objectivs gesetzt denkt, also von einem Puncte aus, dessen Entfernung von der Platte gleich der Brennweite des photographischen Objectivs ist, so wird es möglich sein, die Sterne der betrachteten Himmelsgegend mit den Bildern der Platte zur Deckung zu bringen, wenn man die auf der Platte eventuell vorhandenen Deformationen gleich Null annimmt. Macht man diesen Ort des Auges zum Ursprung eines äquatorealen Coordinatensystems, indem man zwei entsprechend gelegte Rotationsaxen sich in ihm schneiden lässt, so wird man also auf der Platte Rectascensions- und Declinations-differenzen messen können genau wie am Himmel selbst«.

Da die Lage des Coordinatensystems in Bezug auf diesen »Abbildungspunkt« nicht weiter bestimmt ist, so kann man ausserdem das äquatoreale Coordinatensystem einer beliebigen Epoche entsprechend legen und mithin die äquatorealen Coordinaten der Objecte sogleich auf eine beliebig gewählte Epoche bezogen ablesen.

Der wesentliche Unterschied des Kapteyn'schen Apparates gegenüber den sonst zur Plattenausmessung verwandten Instrumenten besteht also darin, dass nicht erst lineare, sondern gleich Winkelcoordinaten abgelesen werden. Dieser Weg zur Erlangung photographischer Positionen ist ohne Frage der directere. Wenn er bisher wenig betreten worden ist, so liegt dies daran, dass der Apparat infolge der grossen innezuhaltenden Distanz der Brennweite naturgemäss nicht die gleiche Stabilität besitzen kann wie ein Apparat, bei dem Mikroskop und Platte in naher Verbindung miteinander stehen, wie es z. B. bei dem Apparat zur Messung linearer rechtwinkliger Coordinaten der Fall ist.

Für viele Zwecke wird der Kapteyn'sche Messapparat aber werthvolle Dienste leisten, so namentlich auch für die Catalogisirung von Nebelflecken, eine Arbeit, welche Professor Wolf bekanntlich zu einer der Hauptaufgaben des Heidelberger Observatoriums gemacht hat. Der parallactische Messapparat des Instituts wird hauptsächlich in den Dienst dieser Aufgabe gesetzt sein, wie denn die in dieser Arbeit vorliegende Bestimmung der Oerter von 181 bisher unbekannten und 120 schon bekannten Nebeln in der »Jungfrau« bereits in diesem Sinne ausgeführt ist. Bei der erstmaligen Benutzung des Apparates für diese Zwecke musste natürlich gleichzeitig eine Untersuchung seiner Constanten, sowie vor allem auch seiner geeignetsten Anwendung für die Ausmessung von Platten mit grossem Gesichtsfeld vorgenommen werden. Die vorliegende Arbeit hat daher sowohl die Discussion der ganzen Messvorrichtung und ihrer Leistungsfähigkeit, als auch die Herstellung eines Nebelcatalogs zum Ziele.

Da über die Construction des Apparates bereits von Professor Wolf in diesem Bande p. 5 berichtet worden ist, so kann hier in dieser Hinsicht auf die dort gegebene detaillirte Beschreibung verwiesen werden. Es sei an dieser Stelle nur allgemein hervorgehoben, dass die ganze Messvorrichtung in zwei getrennte Theile zerfällt:

1. den auf einem Pfeiler aufmontirten Plattenträger, in welchem sich die Platte in verticaler Stellung befindet;
2. das um zwei mit zwei Kreisen versehenen Axen drehbare gebrochene Fernrohr.

Das Plattenstativ gestattet eine Justirung der Plattendistanz, der Neigung der Platte gegen die Verticale und der Stellung der Platte im Positionswinkel vorzunehmen.

Die Stundenaxe des Instruments liegt horizontal, so dass ein Stern von gleicher Rectascension wie die des Plattenmittelpuncts mit letzterem auf einer horizontalen Geraden liegt. Die Rectascensionen lassen sich am Kreise unmittelbar genau ablesen, während der Declinationskreis keine genauen Ablesungen gestattet, und die Declinationsdifferenzen mit Hülfe eines Mikrometers bestimmt werden müssen. Die Platten müssen also zonenweise in schmalen, vertical stehenden Streifen ausgemessen werden.

I. Theoretische Grundlagen für die Reduction der Messungen.

Kapteyn hat im »Bulletin« der photographischen Himmelskarte*) die Formeln zur Reduction der mit Hilfe des parallactischen Messapparates angestellten Messungen für zwei verschiedenartige Fälle gegeben, nämlich je nachdem ob auf die Platte ein Gitter aufcopirt worden ist oder nicht. Obgleich nun die Benutzung von Gittern bei Platten, welche dazu bestimmt sind, möglichst exacte Positionsbestimmungen zu liefern, erfahrungsgemäss sehr zweckdienlich ist, so ist ihre Anwendung bei Platten, welche in erster Linie das Studium sehr zarten Details gestatten sollen, nicht immer anzurathen. Die Ziele, welche Professor Wolf bekanntermassen seit jeher bei seinen Himmelsaufnahmen verfolgte, machten es in erster Linie durchaus wünschenswerth, das ganze Areal der photographischen Platte für die Lichteindrücke sehr schwacher Himmelsobjecte ungestört frei zu haben. Daher ist denn auch die den Nebelmessungen dieser Arbeit zu Grunde liegende Platte mit keinem Gitter versehen. Es kam für die Reduction der Messungen also nur die zweite Methode Kapteyns in Betracht, welche er auf p. 401 des ersten Bandes des genannten Bulletins gibt. Gerade in der Anwendung auf diesen Fall von Platten ohne Gitter scheint dem Verfasser die grosse Bedeutung des parallactischen Messaparates zu liegen, weil er in sehr einfacher und doch durchaus zuverlässiger Weise eine Interpolation zwischen den Positionen der Anschlusssterne gestattet, in der Art, wie sie sonst mit Hilfe der Gitterintervalle erlangt wird.

Da aber die Praxis gelehrt hat, dass der beste Weg, zu sehr genauen Positionen zu gelangen, eben in der Anwendung von Gittern liegt, so ist diesem Falle der Anwendung des Kapteyn'schen Apparates weniger Aufmerksamkeit zugewandt worden, als ihm gebührte. Es finden sich daher auch in der Litteratur meist nur Hinweise auf die angezogene Arbeit Kapteyns. Da ausserdem das »Bulletin« der photographischen Himmelskarte nur in verhältnissmässig wenigen Exemplaren vorhanden ist, so hält Verfasser es schon deshalb für angezeigt, hier einen eingehenderen Anszug aus den Formeln Kapteyns zu geben, als es für die practische Durchführung der Reductionen durchaus erforderlich wäre. Die Formeln werden vor allem einen Einblick in den inneren Zusammenhang der Reductionsarbeit und in das Zusammenwirken der Fehler des Instruments und der Orientirung der Platte gegen dasselbe gewähren und so manchen Zweifel über den theoretischen Genauigkeitsgrad der mit dem parallactischen Messapparat überhaupt angestellten Messungen heben.

Das Grundprincip des Apparates ist bereits in der Einleitung auseinandergesetzt. Danach ist sofort klar, dass die Messungen im wesentlichen durch dreierlei Fehlerquellen beeinflusst werden. Diese Fehlerquellen entsprechen den folgenden Bedingungen:

Erstens: die Platte muss bei allen Messungen von dem gleichen Puncte aus betrachtet werden.

Zweitens: die Platte muss diesem Puncte gegenüber genau die gleiche Lage haben, welche sie während der Aufnahme dem Centrum der Abbildung durch das photographische Objectiv gegenüber einnahm.

Drittens: das Coordinatensystem des fehlerfrei gedachten Instruments muss zusammenfallen mit demjenigen Coordinatensystem, auf welches man die Messungen bezogen haben will, d. i. in der Regel ein beliebig gewähltes mittleres Aequatorialsystem, in der vorliegenden Arbeit das von 1900.0.

Wären diese drei Bedingungen erfüllt, so würden die Messungen nur noch von der Differentialrefraction und der Differentialaberration (bezogen auf den Plattenmittelpunct) zu befreien sein, welche vorerst als bekannt vorausgesetzt werden sollen.

Das Wesentliche der Construction des Apparates und der Aufstellung der Platte in Bezug auf den Apparat wird nun zunächst durch die folgende Figur 1 dargestellt.

M sei der Punct, von dem aus alle Winkelmessungen vor sich gehen sollen, gleichzeitig der Ursprung eines rechtwinkligen Coordinatensystems, dessen eine Axe — die Z-Axe — zusammenfalle mit der horizontal liegenden Stundenaxe des Messapparates. Wäre das Instrument fehlerfrei, so würden sich die Stunden-, die Declinations- und die optische Axe rechtwinklig zu einander in M schneiden, so dass die Declinationsaxe durch My dargestellt werden könnte, und die optische Axe bei einer gewissen Lage mit Mx zusammenfiele.

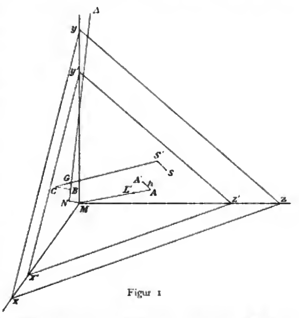
In Wirklichkeit stehen jedoch erstens die drei Axen windschief zu einander. Der Betrag der kürzesten Abstände der Axen von einander ist aber, da es sich um die Ausmessung einer endlich entfernten Platte — im Gegensatz zu unendlich fernen Sternobjecten — handelt, für die Reduction der Messungen von wesentlicher Bedeutung. In der Figur 1 stellt MN den kürzesten Abstand zwischen der Stundenaxe Mz und der Declinationsaxe NA, BC den kürzesten Abstand zwischen der Declinationsaxe NA und der optischen Axe CS' dar, und die zMx Ebene ist so gelegt gedacht, dass die Linie MN in ihr liegt.

---

*) Bulletin du Comité international permanent pour l'exécution photographique de la carte du ciel Bd. I. Paris 1892.

Zweitens stehen in Wirklichkeit die drei Axen nicht senkrecht zu einander. Der Winkel zwischen der Stundenaxe Mz und der Deklinationsaxe NA ist vielmehr $90 - \varepsilon$, und der Winkel zwischen der Declinationsaxe NA und der optischen Axe CS': $90 + c$.

Die Ebene der Platte wird in der Figur 1 durch die Ebene $x'y'z'$ dargestellt, in welcher auch S', das anvisirte Object, und A' als derjenige Punct liegt, in welchem während der Aufnahme im photographischen Fernrohr die vom Centrum des photographischen Objectivs auf die Platte gefällte Normale die Platte traf.



Figur 1

Der zweiten Bedingung gemäss müsste das von M auf die Platte gefällte Loth letztere wieder in dem eben genannten Puncte A' schneiden, und seine Länge MA' müsste der für die Zeit der Aufnahme geltenden Brennweite R des photographischen Objectivs gleich sein.

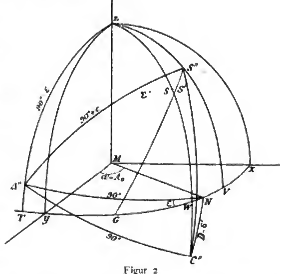
In Wirklichkeit trifft aber das Loth von M auf die Platte letztere in L' und ML' ist gleich $R - \Delta R$ statt gleich R.

Um also die Platte richtig zu orientieren, müsste die Plattenebene $x'y'z'$ erstens um ΔR in der Richtung des Lothes ML' parallel mit sich verschoben werden, so dass die richtige Plattenlage durch die Ebene xyz dargestellt wird, und zweitens müsste die Platte in dieser neuen Ebene um so viel verrückt werden, dass der Lothfusspunct A' mit dem Puncte A zusammenfällt, in welchem die Verlängerung des Lothes ML' die xyz-Ebene schneidet. Oder: es muss jeder Punct der Platte um den Betrag $AA' = h$ und parallel mit AA' verschoben werden, eine Operation, die den anvisirten Punct S' der $x'y'z'$-Ebene in den Punct S der xyz-Ebene überführt.

Es sei hier gleich hervorgehoben, dass man sich die richtige Lage zwischen der Platte und dem Puncte M auch in der Weise hergestellt denken kann, dass man, anstatt von der Richtung MA als unveränderlich auszugehen, von der Richtung MA' ausgeht. Dann würde das richtige Lagenverhältniss erstens durch eine Kippung der Plattenebene um eine durch A' gehende Gerade bis zur Senkrechtstellung der Platte in Bezug auf MA' und zweitens durch eine Parallelverschiebung dieser neuen Ebene in der Richtung MA' um den Betrag $(R - MA')$ erreicht werden. Diese Vorstellung ist insofern von Bedeutung, als die practische Ausführung der Justirung der Platte thatsächlich durch eine Kippung der Platte mit Hilfe der Fussschrauben des Plattenstativs erfolgt.

Die Aufgabe der Reduction lässt sich nach dem Bisherigen dahin formuliren: Es ist eine Beziehung zwischen der — durch die Messung mit einem fehlerhaften Instrument und einer fehlerhaften Orientirung der Platte gegebenen — Richtung CS' und der — von diesen Fehlerquellen freien — Richtung MS herzustellen.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist es nöthig, sich durch M die Parallelen zu NA, BC, CS' gezogen zu denken. Diese Parallelen seien MA'', MC'', MS''. Denkt man sich dann um M eine Kugel mit beliebigem Radius beschrieben, — wie dies die nebenstehende, nach dem Vorgehenden ohne weiteres verständliche Figur 2 veranschaulicht — so wird der zur Aufstellung der Formeln einzuschlagende Weg der folgende sein:



Figur 2

1. Bestimmung der Coordinaten von S'' im xyz-System aus den beobachteten Ablesungen am Instrument und den Instrumentalfehlern c und ε.

2. Bestimmung der entsprechenden Coordinaten von S' aus denen von S'' und den Instrumentalfehlern MN, BN, BC.

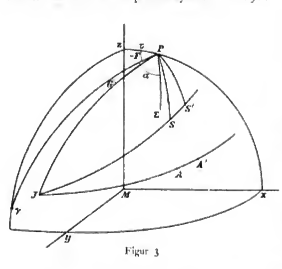
3. Bestimmung der entsprechenden Coordinaten von S aus denen von S' und aus der durch Richtung und Grösse von h bestimmten falschen Justirung der Platte.

Das Resultat dieser drei Operationen wird eine Darstellung des Bogens zS und des Winkels Szx als Function der Ablesungen am Instrument, der Instrumentalfehler und der Fehler in der Aufstellung der Platte gegenüber dem Apparat sein. Die letzten Fehler beziehen sich jedoch zunächst nur auf den Fehler ΔR in der Distanz der Platte und die fehlerhafte Lage des Fusspunctes der Normalen d. i. auf die fehlerhafte Neigung der Platte.

Damit wäre die Reduction beendet, wenn es sich nur darum handelte, die scheinbaren, mit Differentialrefraction und Differentialaberration behafteten Distanzen der Objecte der Plattengegend durch Coordinaten, die auf das ganz willkürliche Coordinatensystem xyz des fehlerfreien Instruments bezogen sind, zu bestimmen.

Der parallactische Messapparat soll aber ausser einer Bestimmung der richtigen Winkelabstände der Sterne gegeneinander auch gestatten, dass man die Coordinaten auf ein ganz bestimmtes, freilich beliebig zu wählendes Coordinaten-

system bezogen erhält. Zu einer richtigen Orientirung der Platte gegenüber dem Apparat gehört daher die dritte Bedingung, dass der Pol z des Instruments zusammenfällt mit dem Pol des gewählten Coordinatensystems, welches für die vorliegende Arbeit das mittlere Aequatorialsystem von 1900 ist.



Figur 3

In Wirklichkeit wird die Aufstellung der Platte auch diese dritte Bedingung nicht erfüllen, sondern einen von z verschiedenen Polpunct P geben, wie dies die nebenstehende Figur 3 veranschaulicht. Zu dieser Figur ist nur noch zu bemerken, dass ♈ den Frühlingspunct für das mitttlere Aequinoctium von z. B. 1900 bezeichnet, und dass durch J derjenige Punct dargestellt wird, in welchem eine durch M zu AA' gezogene Parallele die Kugel schneidet.

Um die Reduction zu Ende zu führen, ist es also noch nothwendig, eine Beziehung zwischen den Coordinaten von S einmal bezogen auf das xyz-System und das andere Mal bezogen auf das mittlere Aequatorialsystem herzustellen. Für diesen Zweck ist aber zu beachten, dass der Punct S mit Differentialrefraction und Differentialaberration behaftet ist. Bezeichnet man mit Σ den hiervon befreiten Ort des Sternes, so erhält man jedoch ohne Mühe aus der nebenstehenden Figur die Coordinaten von Σ im xyz-System, nämlich den Bogen $z\Sigma$ und den Winkel Σzx als Function der mittleren Aequatorialcoordinaten von Σ. Bringt man an diese Ausdrücke die zunächst als bekannt vorausgesetzte Differentialrefraction und Differentialaberration an, so erhält man damit auch zS und Szx als Function der mittleren aequatorialen Coordinaten.

Es würde nun nur noch nöthig sein, diese Ausdrücke den früher gefundenen Werthen von zS und Szx als Function der Ablesungen am Instrument, der Instrumentalfehler und der Fehler der Plattenaufstellung gleichzusetzen, um die Gleichungen für die völlige Reduction der Messungen zu erhalten, wenn nicht noch durch die Beschaffenheit des zur Herstellung des Apparates benutzten Materials die Fehlerquelle der Durchbiegung des Fernrohrs entstehen könnte.

Ehe jedoch der Einfluss der Biegung weiter zur Besprechung gelangt, sollen nun die den bisherigen Auseinandersetzungen entsprechenden Formeln gegeben werden, welche unter Benutzung der gegebenen Figuren leicht abzuleiten sind.

Den folgenden Formeln liegen folgende Bezeichnungen zu Grunde:

1. Bezeichnungen für die vorkommenden Winkelcoordinaten.

(1)
- α, δ Mittlere Rectascension und Declination des Sternes S' für das gewählte Aequinoctium, in Zukunft durchweg mit 1900 bezeichnet.
- $\alpha'\ \delta'$ Die Kreisablesungen am Instrument, wenn das Object S' der Platte auf den Kreuzungspunct der Ocularfäden eingestellt ist.
- A_0 Die Ablesung am Stundenkreise, wenn MN mit Mr zusammenfällt.
- D Die Ablesung am Declinationskreis, wenn BC senkrecht zur Stundenaxe steht.

2. Bezeichnungen für die Instrumentalfehler.

(2)
- ε Collimationsfehler zwischen Stundenaxe und Declinationsaxe.
- c Collimationsfehler zwischen Declinationsaxe und optischer Axe.
- $g = MN$ kürzester Abstand zwischen den Axen Mz und NA.
- $l = BC$ kürzester Abstand zwischen den Axen NA und CS'.
- $n = BN$ (Figur 1).

3. Bezeichnungen für die Fehler in der Stellung der Platte gegenüber dem Punct M.

(3)
- $h = AA'$ (Figur 1).
- $G = \sphericalangle ♈PJ$ (Figur 3), $H = PJ$ (Figur 3) — die Richtung von h bestimmend.
- R Brennweite des photographischen Objectivs (Abstand des optischen Centrums desselben von der Platte während der Aufnahme).
- ΔR Fehler in der Distanz Axenschnittpunct — Plattenmittelpunct.
- $\varrho =$ Winkel $S'ML'$ (Figur 1) derjenige Winkel, unter welchem von M aus der Abstand des anvisirten Objectes vom Fusspunct der Plattennormalen erscheint.

4. Bezeichnungen für die Coordinaten des Plattenpols gegenüber dem Instrumentalpol.

(4)
- $\tau = Pz$ (Figur 3).
- $-F =$ Winkel $♈Pz$ (Figur 3).

5. Bezeichnungen für die Differentialrefraction und -Aberration.

(5)
- $d(\Delta\alpha)$, $d(\Delta\delta)$ Differentialrefraction in Rectascension bezw. Declination.
- $\mathfrak{d}(\Delta\alpha)$, $\mathfrak{d}(\Delta\delta)$ Differentialaberration in Rectascension bezw. Declination.

Unter Anwendung dieser Bezeichnungen ist bei Vernachlässigung der Glieder zweiter Ordnung in Bezug auf die Instrumental- und Orientirungsfehler, sowie der Glieder von der Ordnung des Productes dieser Fehler in die Differentialrefraction und -Aberration:

$$(6)\quad \left\{\begin{aligned} & Sy = \\ & = 90^\circ - (\alpha' - A_0) - c \sec\delta - \varepsilon \operatorname{tg}\delta \\ & \quad + \frac{n}{R\sec\varrho}\cdot\sec\delta \\ & \quad + \frac{h}{R\sec\varrho}\sin H \sin(\alpha - G)\sec\delta \\ & = 180^\circ + F - \alpha - \tau\sin(\alpha - F)\operatorname{tg}\delta \\ & \quad + d(\Delta\alpha) + \mathfrak{A}(\Delta\alpha) \end{aligned}\right.$$

$$(6)\quad \left\{\begin{aligned} & Sz = \\ & = D - \delta' \\ & \quad + \frac{l + g\sin\delta}{R\sec\varrho} \\ & \quad - \frac{h}{R\sec\varrho}[\cos\delta\cos H - \sin\delta\sin H\cos(\alpha - G)] \\ & = 90^\circ - \delta - \tau\cos(\alpha - F) \\ & \quad + d(\Delta\delta) + \mathfrak{A}(\Delta\delta). \end{aligned}\right.$$

In diesen Formeln geben die zweiten Reihen die Coordinaten von S'', die zweiten und dritten Reihen zusammen die Coordinaten von S', die zweiten bis vierten die Coordinaten von S bezogen auf das xyz-System, während die fünften Reihen die Beziehung zum mittleren Aequatorialsystem geben und die sechsten die Differentialrefraction und Differentialaberration enthalten.

Ohne Berücksichtigung der Biegung lauten daher die Gleichungen für die Reduction der Messungen:

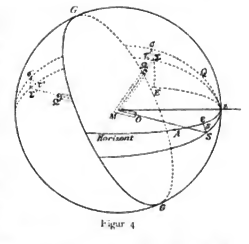
$$(7)\quad \left\{\begin{aligned} \alpha_{1900} - \alpha' &= B - \tau\sin(\alpha - F)\operatorname{tg}\delta + \left(c - \frac{n}{R\sec\varrho}\right)\sec\delta \\ & \quad + \varepsilon\operatorname{tg}\delta - \frac{h}{R\sec\varrho}\sin H\sin(\alpha - G)\sec\delta + d(\Delta\alpha) + \mathfrak{A}(\Delta\alpha) \\ \delta_{1900} - \delta' &= B' - \tau\cos(\alpha - F) - \frac{l + g\sin\delta}{R\sec\varrho} \\ & \quad + \frac{h}{R\sec\varrho}[\cos\delta\cos H - \sin\delta\sin H\cos(\alpha - G)] + d(\Delta\delta) + \mathfrak{A}(\Delta\delta), \end{aligned}\right.$$

wenn man zur Abkürzung setzt:

$$(7\,a)\quad \left\{\begin{aligned} B &= 90^\circ + F - A_0 \\ B' &= 90^\circ - D. \end{aligned}\right.$$

Wie bereits erwähnt, ist jetzt noch das Augenmerk auf die am Instrument möglichen Durchbiegungen einzelner Theile zu richten.

Die Durchbiegung der Stundenaxe sowie der Declinationsaxe darf man wohl wegen der gewählten Dimensionen der Axen und der Equilibrirung der einzelnen Theile als klein genug betrachten, um sie vernachlässigen zu können. Anders steht es jedoch mit der Biegung des Fernrohrs. Bei der von Kapteyn vorgeschlagenen Anordnung und auch bei dem Heidelberger Apparat kommt ein gebrochenes Fernrohr in Anwendung. Es ist daher zweckdienlich, zwei Biegungscoefficienten einzuführen, nämlich einen für das Objectivrohr und einen zweiten für das Ocularrohr, von welchen der erstere für die Messungen der vorliegenden Arbeit jedenfalls ohne Bedeutung ist, da das Objectiv für die kurzbrennweitigen Aufnahmen hart am Cubus aufsitzt.



Figur 4

Die nebenstehende Figur dient als Ausgangspunct der Kapteyn'schen Formeln zur Berücksichtigung der Biegung.

ΩMO stellt das mit keinerlei Biegung behaftet gedachte, gebrochene Fernrohr des Messapparates dar, Ω den die optische Axe bestimmenden Schnittpunct der Fäden des Oculars, O das Centrum des Objectivs. GG ist die Ebene des Spiegels, deren Pol bei Q liegt. S und Σ sind diejenigen Puncte, in welchen die optische Axe eine um M mit dem Radius R beschriebene Kugel schneiden würde, wenn keine Biegung vorhanden wäre. Ss und $\Sigma\sigma$ sind die Verschiebungen, welche diese Puncte durch die Biegung erleiden. Ms bezw. $M\sigma$ stellt also die durch Biegung beeinflusste optische Axe des Objectiv- bezw. Ocularrohrs dar, wenn man sich die optische Axe durch M hindurch gehend denkt, was in erster Annäherung erlaubt sein wird. Durch Construction von $M\Omega'$, des Spiegelbildes des Ocularrohres $M\Omega$ in Bezug auf die Symetrieebene GG des Spiegels, lässt sich der Uebergang von dem gebrochenen Fernrohr ΩMO zu einem ungebrochenen $\Omega' MO$ machen, unter der Voraussetzung, dass SM und ΣM um 45° gegen den Spiegel geneigt sind. Dieses geradlinige Fernrohr $\Omega' MO$ kann bei Ableitung der Formeln statt des gebrochenen betrachtet werden, wenn man nur dem gedachten Theile $\Omega' M$ eine solche Biegung zuertheilt, dass der Punct Σ' nach σ', dem Spiegelbild von σ, verschoben wird. Der Ableitung der Formeln für den Einfluss der Biegung liegen weiterhin die Voraussetzungen zu Grunde, dass das ganze Gebiet der Platte als ein Oberflächenstück der Kugel um M betrachtet werden kann, dass also R statt $R\sec\varrho$ gesetzt werden darf, sowie dass die Instrumental- und Aufstellungsfehler klein genug sind, um die Vernachlässigung von Gliedern, deren Ordnung gleich der des Productes dieser Grössen in die Biegung sind, zu gestatten.

Ferner soll angenommen werden, dass die Biegung jedes Rohrtheiles nur in der verticalen Ebene wirke, so dass s auf der Verticalen $S\varepsilon$ und σ auf der Verticalen ΣE liegen. Ausserdem sei die Biegung der Rohrtheile proportional dem sin des Winkels angesetzt, welchen sie mit der Verticalen bilden.

Es bezeichne dann:

(8)
- A, D die Rectascension bezw. Declination des Normalenfusspunctes A,
- α, δ die Rectascension bezw. Declination des Punctes S.
- $\alpha + \partial\alpha$, $\delta + \partial\delta$ die Rectascension bezw. Declination des Punctes s und dementsprechend
- $\alpha + 12^h$, $90^\circ + \delta$ die Coordinaten des Punctes Σ,
- $\alpha + 12^h$, $180^\circ + \delta$ die Coordinaten des Punctes Σ',
- $\alpha + 12^h + \partial_1\alpha$, $180^\circ + \delta + \partial_1\delta$ die Coordinaten des Punctes σ',
- $\alpha + \partial_1\alpha$, $\delta + \partial_1\delta$ die Coordinaten eines Punctes σ'', welcher σ' diametral gegenüberliegt; ferner:
- ε' den Biegungscoefficienten des Objectivrohres,
- η' den Biegungscoefficienten des Ocularrohres.

Es wird sich nun einerseits darum handeln, die Lage der Puncte s und σ bezw. dessen Spiegelbildes σ' gegenüber den Puncten S, Σ, Σ' zu bestimmen d. h. die Beträge von $\partial\alpha$, $\partial\delta$ sowie von $\partial_1\alpha$, $\partial_1\delta$ zu berechnen und andererseits hieraus die Lage des Punctes ζ zu finden, in welchem das mit Ocular- und Objectivrohr behaftete Fernrohr die Kugel in Wirklichkeit schneidet.

Die Orientirung der Platte gegenüber dem Messapparat wird nun stets so erfolgen, dass (in erster Annäherung betrachtet) der früher erwähnte Normalenfusspunct A mit der Stundenaxe Mz in einer horizontalen Ebene liegt. Fällt man daher von S die schon erwähnten Verticale $S\varepsilon$, von Σ die Verticale ΣE, so werden die Grundgleichungen für die Entwicklung der Biegungsformeln nach dem Vorangeschickten lauten:

$$(9)\qquad \begin{cases} sS = -\partial\,(S\varepsilon) = \varepsilon' \cos S\varepsilon \\ \sigma'\Sigma' = \sigma\Sigma = +\partial\,(\Sigma E) = \eta' \cos \Sigma E. \end{cases}$$

Durch Betrachtung des rechtwinkligen Dreiecks $Sz\varepsilon$, in welchem

$$zS = 90 - \delta, \quad \varepsilon zS = \alpha - A = \Delta\alpha$$

ist, erhält man leicht die Differentialformeln:

$$(10)\qquad \begin{cases} \partial\alpha = \dfrac{\sin\Delta\alpha\cos\Delta\alpha}{\sin S\varepsilon\cos S\varepsilon}\,\partial\,(S\varepsilon) = -\varepsilon' \cos\Delta\alpha \sec\delta \\ \partial\delta = -\operatorname{tg}\delta\cdot\operatorname{tg}S\varepsilon\cdot\partial\,(S\varepsilon) = +\varepsilon'\sin\Delta\alpha\sin\delta. \end{cases}$$

Fällt man andererseits die Normale $\sigma\tau$ auf Σz und im Spiegelbild entsprechend $\sigma'\tau'$ auf $\Sigma' z$, so ist:

$$\partial_1\alpha = \Sigma z\sigma = \Sigma' z\sigma' = \frac{\sigma'\tau'}{\sin z\Sigma'} = \sigma'\tau' \sec\delta$$
$$\partial_1\delta = \Sigma\tau = -\Sigma'\tau'.$$

Für $\sigma'\tau'$ und $\Sigma'\tau'$ finden sich aber leicht aus dem rechtwinkligen Dreieck ΣEz folgende Beziehungen:

$$\sigma'\tau' = \sigma\tau = \Sigma\sigma\sin\sigma\Sigma\tau = \eta'\sin\sigma\Sigma\tau\cos\Sigma E = \eta'\cos\Sigma zE = \eta'\cos\Delta\alpha$$
$$\Sigma'\tau' = \Sigma\tau = \Sigma\sigma\cos\sigma\Sigma\tau = \eta'\cos\sigma\Sigma\tau\cos\Sigma E = \eta'\sin\Sigma zE\cos\Sigma z = \eta'\sin\Delta\alpha\cos\delta.$$

Mithin:

$$(11)\qquad \begin{cases} \partial_1\alpha = +\eta'\cos\Delta\alpha\sec\delta \\ \partial_1\delta = -\eta'\sin\Delta\alpha\cos\delta. \end{cases}$$

Es sind daher die Coordinaten von s und σ'':

$$(12)\qquad \begin{cases} s\colon\ \alpha - \varepsilon'\cos\Delta\alpha\sec\delta;\quad \delta + \varepsilon'\sin\Delta\alpha\sin\delta \\ \sigma''\colon\ \alpha + \eta'\cos\Delta\alpha\sec\delta;\quad \delta - \eta'\sin\Delta\alpha\cos\delta. \end{cases}$$

Um nunmehr den Punct ζ zu finden, auf welchen das geradlinige Fernrohr in Folge der so eben betrachteten Biegung jedes seiner beiden Theile wirklich gerichtet ist, muss in erster Linie hervorgehoben werden, dass der Punct ζ in der Ebene liegen muss, welche durch die Puncte s, σ' und M gegeben ist. Bezeichnet nämlich für das durch Biegung beeinflusste geradlinige Fernrohr Ω'' die Lage des Kreuzungspunctes der Fäden des Oculars, O'' die Lage des Mittelpunctes des Objectives und ist σ'' der dem Puncte σ' diametral gegenüberliegende Punct der Kugel, so muss die Ebene, welche man durch den Mittelpunct M und die Puncte s und σ' bezw. σ'' legt, nach der eben ausgesprochenen Definition die Puncte Ω'' und O'' enthalten und somit auch den Punct ζ, der durch die Verbindungslinie $\Omega''O''$ definirt ist. Der Punct ζ wird also auf einem grössten Kreis durch s und σ'' liegen und diesen Bogen in einem Verhältniss

theilen, welches eine Function der Längen der beiden Rohrtheile des Fernrohrs sowie der Distanz R ist. Dieses Verhältniss der Theilung findet sich leicht zu:

$$\frac{\zeta s}{\sigma'' s} = \frac{L_1(R - L)}{R(L_1 + L)} = \Theta,$$

wenn man folgende Bezeichnungen wählt:

(13) $\left\{\begin{array}{ll} L & \text{Länge des Objectivrohrs,} \\ L_1 & \text{Länge des Ocularrohrs,} \\ \Theta & \text{Abkürzung für den Quotienten.} \end{array}\right.$

Um die Coordinaten des Punctes ζ zu erhalten, wird es genügen, die Rectascensions- und Declinationsdifferenz dieses Punctes gegen den Punct s zu bestimmen, da die Lage des letzteren durch (12) bereits bestimmt ist. Fällt man in der nebenstehenden Figur von s die Normale $s\nu$ auf $z\sigma''$, welche in ν' auch den Bogen $z\zeta$ in erster Annäherung rechtwinklig schneiden wird, so handelt es sich also um die Bestimmung des Winkels $\zeta z s = \varphi$ und des Bogens $\nu'\zeta$. Indem man die Dreiecke $s\nu'\zeta$ und $s\nu\sigma''$ als rechtwinklig und ähnlich betrachtet, findet sich:

Figur 5

$$\frac{s\nu'}{s\nu} = \frac{\nu'\zeta}{\nu\sigma''} = \frac{s\zeta}{s\sigma''} = \Theta,$$

oder durch Einsetzen der aus (12) unmittelbar folgenden Werthe für $s\nu$ und $\sigma''\nu$, sowie des Werthes $\varphi \cos\delta$ für $s\nu'$:

$$\frac{\varphi \cos\delta}{(\eta' + e')\cos\Delta\alpha} = \frac{\nu'\zeta}{(\eta'\cos\delta + e'\sin\delta)\sin\Delta\alpha} = \Theta,$$

wodurch φ und $\nu'\zeta$ also bestimmt sind. Die Coordinaten von ζ sind mithin:

(14) $$\zeta: \left\{\begin{array}{l} \alpha - e'\cos\Delta\alpha\sec\delta + \varphi = \alpha + (\eta - e)\cos\Delta\alpha\sec\delta \\ \delta + e'\sin\Delta\alpha\sin\delta - \nu'\zeta = \delta - (\eta\cos\delta - e\sin\delta)\sin\Delta\alpha, \end{array}\right.$$

wenn man zur weiteren Abkürzung setzt:

(14a) $$\left\{\begin{array}{ll} e = (1 - \Theta)\,e' & = \dfrac{L(R + L_1)}{R(L + L_1)}\,e' \\ \eta = \Theta\eta' & = \dfrac{L_1(R - L)}{R(L + L_1)}\,\eta'. \end{array}\right.$$

Die Ausdrücke $(\eta - e)\cos\Delta\alpha\sec\delta$ und $-(\eta\cos\delta - e\sin\delta)\sin\Delta\alpha$ geben also den gesuchten Einfluss der Biegung in Rectascension und Declination. Durch Hinzufügung dieser Glieder zu den rechten Seiten der Gleichungen (7) erhält man mithin die definitiven Gleichungen zur Reduction der Rectascensions- und Declinationsablesungen am Instrument bei Berücksichtigung der Instrumentalfehler unter Einschluss der Biegung und der Fehler der Plattenorientirung sowohl gegen den Punct M als auch gegen das gewählte mittlere aequatoriale Coordinatensystem. Bedenkt man nun, dass man für die nördlicheren Declinationen das Instrument in zwei Lagen benutzen kann (beim Heidelberger Instrument $60^\circ < \delta < 90^\circ$), so erhält man schliesslich unter der Berücksichtigung, dass für die zweite Lage

$$\begin{array}{lll} \alpha & \text{durch} & \alpha + 12^h \\ \delta & \text{»} & 180^\circ - \delta \end{array}$$

zu ersetzen ist, folgende Fundamentalgleichungen für die Reduction:

(15) $$\left\{\begin{array}{l} \left.\begin{array}{l}\alpha - \alpha' \\ \alpha - \alpha'' + 12^h\end{array}\right\} = B - r\sin(\alpha - F)\,\mathrm{tg}\,\delta \pm \left(c - \dfrac{n}{R\sec\varrho}\right)\sec\delta \pm e\,\mathrm{tg}\,\delta \\ \qquad - \dfrac{h}{R\sec\varrho}\sin H\sin(\alpha - G)\sec\delta \\ \qquad + (\eta - e)\cos\Delta\alpha\sec\delta + d(\Delta\alpha) + \mathfrak{d}(\Delta\alpha) \\ \left.\begin{array}{l}\delta - \delta' \\ \delta - (180^\circ - \delta'')\end{array}\right\} = \pm B' - r\cos(\alpha - F) \mp \dfrac{i + g\sin\delta}{R\sec\varrho} \\ \qquad + \dfrac{h}{R\sec\varrho}[\cos\delta\cos H - \sin\delta\sin H\cos(\alpha - G)] \\ \qquad + (e\sin\delta \mp \eta\cos\delta)\sin\Delta\alpha + d(\Delta\delta) + \mathfrak{d}(\Delta\delta). \end{array}\right.$$

wenn α'', δ'' die Kreisablesungen für die zweite Lage des Instruments bezeichnen, und die oberen bezw. unteren Vorzeichen für die erste bezw. zweite Lage gelten.

Es empfiehlt sich, in diesen Fundamentalgleichungen noch die Grössen h, H, G durch die der Anschauung näherliegenden Grössen $\frac{\Delta R}{R}$, i und q zu ersetzen. ΔR ist dann unmittelbar der Fehler in der Distanz der Platte vom Schnittpunct der drei Axen ($\Delta R = L'A$ Figur 1), i die fehlerhafte Neigung der Platte, d. h. der Winkel zwischen dem

Loth von M auf die Platte und der von M aus gedachten Richtung, in der dieses Loth liegen sollte ($i = \sphericalangle A'MA$ Figur 1 bezw. 3), und ψ der Positionswinkel der Verbindungslinie der Fusspuncte des wirklichen und des — wie man kurz sagen kann — theoretischen Lothes von M auf die Platte ($\psi = \sphericalangle PAJ$ Figur 3).

Bezeichnet man schliesslich mit ω den Winkel $A'AM$ (Figur 1) oder den Bogen JA (Figur 3), was wegen der Parallelität von MJ und $A'A$ auf das Gleiche hinauskommt, so hat man:

$$\sin\omega = \frac{R \cdot i}{h}$$

$$\cos\omega = \frac{\Delta R}{h}.$$

Unter Zugrundelegung der aus dem Dreieck JPA (Figur 3) hervorgehenden Beziehungen zwischen H, $a - G$ einerseits, D, ω, ψ andererseits, sowie bei Einführung der Rectascensions- bezw. Declinationsdifferenzen Δa, $\Delta\delta$ gegen den Punct A:

$$(16)\qquad \left\{\begin{aligned} a &= A + \Delta a \\ \delta &= D + \Delta\delta \end{aligned}\right.$$

erhält man leicht die h, A, G enthaltenden Glieder der Gleichungen (15) durch ΔR, i, ψ ausgedrückt, so dass sich schliesslich folgende definitive Form für die Fundamentalgleichungen ergibt:

$$(17)\qquad \left\{\begin{aligned} &\left.\begin{aligned} &a - a' \\ &a - a'' + 12^{h} \end{aligned}\right\} = B - \tau\sin(a - F)\operatorname{tg}\delta \pm \left(c - \frac{n}{R\sec\varrho}\right)\sec\delta \pm i\operatorname{tg}\delta \\ &\qquad - \frac{\Delta R}{R\sec\varrho}\cos D\sec\delta\sin\Delta a \\ &\qquad + i\cos\psi\cos\varrho\sin D\sec\delta\sin\Delta a - i\sin\psi\cos\varrho\sec\delta\cos\Delta a \\ &\qquad + (\eta - e)\cos\Delta a\sec\delta + d(\Delta a) + \mathfrak{d}(\Delta a) \\ &\left.\begin{aligned} &\delta - \delta' \\ &\delta - (180^\circ - \delta'') \end{aligned}\right\} = \pm B' - \tau\cos(a - F) \mp \frac{l + g\sin\delta}{R\sec\varrho} \\ &\qquad + \frac{\Delta R}{R\sec\varrho}[\sin D\cos\delta - \cos D\sin\delta\cos\Delta a] \\ &\qquad + i\cos\psi\cos\varrho[\cos D\cos\delta + \sin D\sin\delta\cos\Delta a] + i\sin\psi\cos\varrho\sin\delta\sin\Delta a \\ &\qquad + (e\sin\delta \mp \eta\cos\delta)\sin\Delta a + d(\Delta\delta) + \mathfrak{d}(\Delta\delta). \end{aligned}\right.$$

Die Fundamentalgleichungen erfordern also, wenn man die Beträge der Differentialrefraction und -Aberration als bekannt voraussetzt, die Bestimmung von 14 Constanten, nämlich:

1. **Instrumentalfehler:** $\frac{g}{R}$, $\frac{l}{R}$, $\frac{n}{R}$, den geforderten Schnitt der Axen in einem Puncte betreffend,
   - i, c die geforderte Rechtwinkligkeit der Axen betreffend,
   - e, η die Biegung des Objectiv- bezw. Ocularrohrs betreffend,
   - B, B' als Indexfehler der Kreise.

2. **Fehler der Stellung der Platte gegenüber dem Schnittpunct der Axen,**
   - $\frac{\Delta R}{R}$ die Distanz der Platte } betreffend.
   - i, ψ die Neigung der Platte } betreffend.

3. **Fehler der Orientirung der Platte gegen das mittlere aequatoriale System.**
   - τ, F die Lage des Instrumentenpols gegen den Pol des aequatorialen System betreffend.

Diese 14 Constanten lassen sich zunächst sofort auf 12 reduciren, wenn man in den Ausdrücken $\frac{n}{R\sec\varrho}$ und $\frac{l}{R\sec\varrho}$ $\sec\varrho = 1$ setzt, eine Vereinfachung, die, je grösser R ist, um so eher gestattet ist, und die auch unbedenklich angenommen werden darf, solange man die Glieder zweiter Ordnung vernachlässigen kann, wenn man sich $a - a'$ und $\delta - \delta'$ nach steigenden Potenzen von Δa und $\Delta\delta$ entwickelt denkt. Hierdurch lässt sich c mit $\frac{n}{R}$ und mit B' mit $\frac{l}{R}$ zu c' und B'' zusammenfassen:

$$c' = c - \frac{n}{R}; \quad B'' = B' - \frac{l}{R}.$$

Von diesen zwölf Constanten lassen sich des weiteren fünf durch Beobachtungen in zwei Lagen des Instruments bestimmen und zwar die Instrumentalfehler c', i, B'', $\frac{g}{R}$ und η. Beobachtet man nämlich ein gut einzustellendes Object, welches mit der Stundenaxe Mz in einer horizontalen Ebene liegt, so dass also $\Delta a = 0$ ist, und welches sich vom Puncte M in der Distanz R befindet, in beiden Lagen des Instruments und zwar einmal bei einer Declinationsablesung

$\delta =$ nahe 90° und ein zweites Mal bei δ_1 möglichst (d. h. soweit der Apparat es gestattet) nahe bei 0°, so ergeben sich aus (17) folgende Gleichungen:

$$(18)\qquad \begin{cases} c' \sec \delta \ + \varepsilon \operatorname{tg} \delta \ = \frac{1}{2} (\alpha'' - \alpha') - 6^h \\ c' \sec \delta_1 + \varepsilon \operatorname{tg} \delta_1 = \frac{1}{2} (\alpha_1'' - \alpha_1') - 6^h. \end{cases}$$

$$(19)\qquad \begin{cases} B'' - \frac{g}{R} \sin \delta \ = 90^\circ - \frac{1}{2} (\delta' \ + \delta'') \\ B'' - \frac{g}{R} \sin \delta_1 = 90^\circ - \frac{1}{2} (\delta_1' + \delta_1''). \end{cases}$$

Hieraus lassen sich also die Constanten c', ε, B'' und $\frac{g}{R}$ bestimmen. Jedoch muss gleich darauf hingewiesen werden, dass die Genauigkeit der Bestimmungen bei den bisher construirten Apparaten stark beeinträchtigt wird durch den Umstand, dass sie nur einen verhältnissmässig kleinen Unterschied von δ und δ_1 zu nehmen gestatten.

Nach erlangter Kenntniss der Werthe von B'' und $\frac{g}{R}$ ist auch der Biegungscoefficient des Ocularrohrs leicht zu bestimmen. Man hat zu diesem Ende nur wieder in der Entfernung R in beiden Instrumentlagen ein geeignetes Object zu beobachten, welches aber dieses Mal möglichst weit von der horizontalen Ebene der Stundenaxe entfernt liegt, so dass $\Delta\alpha$ möglichst nahe 90° beträgt. Dabei ist der Declinationskreis auf eine thunlichst niedrige Declinationsablesung zu stellen. Aus den Declinationsablesungen wird sich ergeben:

$$(20)\qquad + \eta \cos \delta_1 \sin \Delta\alpha = B'' - \frac{g}{R} \sin \delta_1 - [90^\circ - \frac{1}{2} (\delta_1' + \delta_1'')].$$

Im übrigen würden sich aus den Gleichungen (18) und (19) auch die Grössen c und B' bestimmen lassen, wenn man durch Vorschalten einer gut centrirten Linse vor das Objectiv im Stande wäre, ein unendlich fernes Object im Ocular scharf einzustellen. In diesem Falle würden c' und B'' in c und B' übergehen. Dadurch wäre dann auch die Möglichkeit gegeben, die Instrumentalfehler $\frac{n}{R}$ und $\frac{l}{R}$ zu bestimmen aus:

$$\frac{n}{R} = c - c'$$
$$\frac{l}{R} = B' - B''.$$

Für eine erstmalige Prüfung eines Messapparates dürfte diese Methode immerhin von Werth sein, da man sich bei wenigstens kleinem Centrirungsfehler der Vorschalt-Linse von der Grössenordnung dieser Instrumentalfehler überzeugen könnte. Die ungefähre Kenntniss ihrer Beträge wäre aber für die Beurtheilung der Glieder zweiten Grades, wie die späteren Formeln zeigen werden, von Bedeutung.

Theoretisch ist somit die Möglichkeit gegeben die Instrumentalfehler bis auf die Biegung e des Objectivrohres und den Indexfehler des Rectascensionskreises zu bestimmen. Hinsichtlich des ersteren ist nun hervorzuheben, dass man überhaupt im Allgemeinen gut thun wird, das Objectiv möglichst nahe an dem Axenschnittpunct M anzubringen, so dass der numerische Werth von e überhaupt in sehr kleinen Grenzen bleiben wird. Was aber B betrifft, so wird B naturgemäss stets von der zufälligen Rectascension der Plattengegend abhängen und überhaupt nur aus den Sterneinstellungen selbst abzuleiten sein.

Unter der Voraussetzung der Kenntniss von c', ε, B'', $\frac{g}{R}$ und η bleiben in den Fundamentalgleichungen nur noch 7 Constanten zu bestimmen übrig, die man sehr wohl als auf 6 reducirt betrachten kann, weil man e meistens wird vernachlässigen können. Es lässt sich aber zeigen, dass man bei Erfüllung gewisser Bedingungen für Platten, die für $\Delta\alpha$ und $\Delta\delta$ gegen die Plattenmitte die Maximalbeträge $\pm 1^\circ \sec D$ bezw. $\pm 1^\circ$ geben, sogar nur 4 Constanten zu bestimmen braucht.

Zu diesem Zwecke seien die rechten Seiten der Fundamentalgleichungen (17) für die Instrumentallage I nach steigenden Potenzen von $\Delta\alpha$ und $\Delta\delta$ entwickelt, indem für α und δ wieder gesetzt wird:

$$(21)\qquad \begin{cases} \alpha = A + \Delta\alpha \\ \delta = D + \Delta\delta \end{cases}$$

und für $\cos \varrho$:

$$\cos \varrho = \sin D \sin (D + \Delta\delta) + \cos D \cos (D + \Delta\delta) \cos \Delta\alpha.$$

Unter Vernachlässigung der Glieder von der 3. Ordnung an erhält man dann:

$$(22)\qquad \begin{cases} \alpha - \alpha' = k + p \ \Delta\alpha + q \ \Delta\delta + r \ \Delta\alpha^2 + s \ \Delta\alpha \ \Delta\delta + t \ \Delta\delta^2 \\ \delta - \delta' = k' + p' \ \Delta\alpha + q' \ \Delta\delta + r' \ \Delta\alpha^2 + s' \ \Delta\alpha \ \Delta\delta + t' \ \Delta\delta^2. \end{cases}$$

wo:

(23) $$k' = B'' - \tau \cos (A-F) - \frac{g}{R} \sin D + i \cos \psi.$$

(24) $$p = -[\tau \cos (A-F) - i \cos \psi] \operatorname{tg} D - \frac{\Delta R}{R} - \lambda \sec D + v_1.$$

(25) $$q = [-\tau \sin (A-F) - i \sin \psi \sin D + c' \sin D + \varepsilon + (\eta - \varepsilon) \sin D - \mu \sin D] \sec^2 D + v_2.$$

(26) $$p' = \tau \sin (A-F) + i \sin \psi \sin D - \eta \cos D + \varepsilon \sin D + \mu \sin D + v_3.$$

(27) $$q' = -\frac{\Delta R}{R} - \frac{g}{R} \cos D - \lambda \cos D + C \operatorname{tg} \omega \sin D + v_4.$$

(28) $$r = \frac{1}{2} \tau \sin (A-F) \operatorname{tg} D + \frac{1}{2} i \sin \psi (\sec D + \cos D) + \frac{1}{2} \frac{n}{R} \cos D + \frac{1}{2} \mu \sec D + v_5.$$

(29) $$s = -[\tau \cos (A-F) - i \cos \psi] \sec^2 D - i \cos \psi - \frac{\Delta R}{R} \operatorname{tg} D - \lambda \operatorname{tg} D \sec D + v_6.$$

(30) $$\begin{cases} t = -\tau \sin (A-F) \operatorname{tg} D \sec^2 D - i \sin \psi \sec D \operatorname{tg}^2 D + \frac{1}{2} \frac{n}{R} \sec D \\ \quad + \frac{1}{2} (c' + \varepsilon) \sec^3 D (1 + \sin^2 D) - \frac{1}{2} \varepsilon \sec^3 D (1 - \sin D)^2 - \frac{1}{2} \mu \sec^3 D (1 + \sin^2 D) + v_7. \end{cases}$$

(31) $$\begin{cases} r' = \frac{1}{2} [\tau \cos (A-F) - i \cos \psi] + \frac{1}{2} \frac{\Delta R}{R} \sin D \cos D \\ \quad + \frac{1}{2} \frac{l}{R} \cos^2 D + \frac{1}{2} \frac{g}{R} \sin D \cos^2 D + \frac{1}{2} \lambda \sin D + v_8. \end{cases}$$

(32) $$s' = i \sin \psi \cos D + \mu \cos D + v_9.$$

(33) $$t' = -i \cos \psi + \frac{1}{2} \frac{l}{R} + \frac{g}{R} \sin D + \frac{1}{2} \lambda \sin D + \frac{1}{2} C \operatorname{tg} \omega \cos D + v_{10}.$$

In den Ausdrücken für die Aberration ist dabei unter Anwendung der üblichen Bezeichnungen zur Abkürzung gesetzt:

(34) $$\begin{cases} C = -20''.445 \cos \omega \cos \odot \\ D = -20''.445 \sin \odot \\ \lambda = -C \sin A + D \cos A \\ \mu = +C \cos A + D \sin A \end{cases}$$

in den Ausdrücken für die Refraction:

(35 a) $$\begin{cases} \operatorname{tg} N = \operatorname{cotg} \varphi \cos t_o \\ n = \operatorname{tg} t_o \sin N \\ v_1 = \varkappa \left[1 + \frac{n^2}{\sin^2 (D + N)}\right] \\ v_2 = \frac{\varkappa n \cos (2D + N)}{\cos^2 D \sin^2 (D + N)} \\ v_3 = \frac{\varkappa n \cos N}{\sin^2 (D + N)} \\ v_4 = \frac{\varkappa}{\sin^2 (D + N)} \end{cases}$$

(35 b) $$\begin{cases} v_5 = -\frac{1}{2} \frac{\partial v_1}{\partial t_o} \\ v_6 = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v_1}{\partial \delta} - \frac{\partial v_2}{\partial t_o}\right) \\ v_7 = \frac{1}{2} \frac{\partial v_2}{\partial \delta} \\ v_8 = -\frac{1}{2} \frac{\partial v_3}{\partial t_o} \\ v_9 = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v_3}{\partial \delta} - \frac{\partial v_4}{\partial t_o}\right) \\ v_{10} = \frac{1}{2} \frac{\partial v_4}{\partial \delta}. \end{cases}$$

unter t_o den Stundenwinkel der Plattenmitte für die Mitte der Expositionszeit verstanden und unter $\varkappa$ die Refractionsconstante für die photographisch wirksamen Lichtstrahlen, welche nach den Untersuchungen Henrys um $\frac{1}{65}$ grösser ist als die Bessel'sche Refractionsconstante.

Erwähnt sei hier noch, dass man sich die Refractionsglieder auch für ein weitmaschiges Netz von Puncten über die Platte hin nach den folgenden Formeln berechnen kann:

(35 c) $$\begin{cases} d(\Delta\alpha) = \varkappa \left\{\frac{n \cos (2\delta + N)}{\cos^2 \delta \sin^2 (\delta + N)} \Delta\delta + \left[1 + \frac{n^2}{\sin^2 (\delta + N)}\right] \Delta\alpha\right\} \\ d(\Delta\delta) = \varkappa \left\{\frac{n \cos N}{\sin^2 (\delta + N)} \Delta\alpha + \frac{1}{\sin^2 (\delta + N)} \Delta\delta\right\}. \end{cases}$$

Aus einer hiernach construirten Tafel liesse sich dann leicht durch Interpolation die Differentialrefraction für jedes Object entnehmen, und man könnte dann alle beobachteten Werthe α' und δ' vor einer weiteren Reduction derselben von der Differentialrefraction ganz befreien. Es wird sich aber im nächsten Abschnitt zeigen, dass eine specielle

Berechnung der Differentialrefraction und -Aberration nicht erforderlich ist, sondern dass man diese Beträge ohne besondere Rechnung durch Zusammenfassung mit andern Gliedern mit genügender Strenge berücksichtigt erhält.

Kapteyn behandelt nun die obigen Formeln für $a-a'$ und $\delta-\delta'$ in der Weise weiter, dass er zunächst von der Voraussetzung ausgeht, dass die Glieder zweiter Ordnung vernachlässigt werden können. Aus der Discussion der Coefficienten p, p', q, q' leitet er seine Vorschriften für die Methode der Justirung der Plattenaufstellung in Bezug auf den Messapparat ab. Dann erst geht er auf die Glieder zweiter Ordnung über und zeigt, wie man dieselben leicht in genügender Weise berücksichtigen kann, wenn nur gewisse Bedingungen hinsichtlich einiger Ausdrücke erfüllt sind. Diese Bedingungen leitet er in der Weise ab, dass er die einzelnen Bestandtheile, aus denen sich die quadratischen Glieder zusammensetzen, numerisch für Aufnahmen von der Art, wie sie bei der photographischen Himmelskarte in Frage kommen, mit verschiedenen Werthen von D ausrechnet und als zulässigen Maximalbetrag einer zu vernachlässigenden Correction $0\overset{s}{.}02$ annimmt.

Die Aufnahmen der photographischen Himmelskarte haben bekanntlich ein Feld von 4 Quadratgrad, wenn man von den um dieses Feld ringsherumliegenden 5′ breiten Streifen absieht; bei ihnen ist also

$$\varDelta a = \pm\, 1^\circ \sec D; \quad \varDelta\delta = \pm 1^\circ$$

im Maximum. Die mit den hiesigen 6″ Voigtländer Portrait-Objectiven gemachten Aufnahmen geben aber für $\varDelta a$ und $\varDelta\delta$ die Maximalbeträge:

$$\varDelta a = \pm 6^\circ \sec D; \quad \varDelta\delta = \pm 4\overset{\circ}{.}2.$$

Es geht aus dieser Gegenüberstellung der maximalen Werthe von $\varDelta a$ und $\varDelta\delta$ ohne weiteres hervor, dass die Discussion der Gleichungen (22) in dem vorliegenden Falle eine andere Richtung einschlagen muss als die von Kapteyn verfolgte. Soll nämlich die ganze Reduction der Messungen nicht zu umfangreich werden, so muss in erster Linie das Hauptaugenmerk darauf gerichtet werden, dass die quadratischen Glieder klein bleiben und leicht berücksichtigt werden können, selbst wenn dies nur auf Kosten der linearen Glieder zu erreichen ist.

Es soll hier daher nur noch das Resultat der Kapteyn'schen Betrachtungen hergesetzt, im Uebrigen aber die weitere Behandlung der Gleichungen (22) unter besonderer Berücksichtigung der Heidelberger Voigtländer-Platten durchgeführt werden, wobei sich Gelegenheit bieten wird, auf Kapteyns Discussion der sämmtlichen Glieder zurückzugreifen.

Kapteyn findet, wie bereits gesagt, dass man nach vorausgegangener Bestimmung der Instrumentalfehler B'', $\frac{g}{R}$, c', ε, η nur die 4 Constanten k, k', q, q' zu bestimmen braucht, um die Reduction der Messungen durchzuführen, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

1. dass $\varDelta a \leqq 1^\circ \sec D$, $\varDelta\delta \leqq 1^\circ$ ist,
2. dass $i \sin\psi < 1'$; $i\cos\psi < 1'$; $\frac{l}{R} < 1'$; $\frac{n}{R} < 1'$; $\frac{g}{R} < 1'$; $r < 2'$ ist,
3. dass Glieder, welche nur in den Plattenecken den maximalen Betrag von $0\overset{s}{.}02$ um einige Hundertelbogensecunden überschreiten, vernachlässigt werden sollen.

Die Bedingungsgleichungen lauten unter diesen Voraussetzungen:

I. $0^\circ < D < 20^\circ$ (circa)*)

$$(36)\quad \begin{cases} a - a' - M\varDelta a - \sigma = k + k' \operatorname{tg} D \cdot \varDelta a + q\, \varDelta\delta + q'\, \varDelta a \\ \delta - \delta' - N\varDelta a - \sigma' = k' - q \cos^2 D\, \varDelta a + q'\, \varDelta\delta. \end{cases}$$

II. $20^\circ < D < 60^\circ$ (circa)*)

$$(37)\quad \begin{cases} a - a' - M\varDelta a - \sigma = k + k' \operatorname{tg} D\, \varDelta a + q\, \varDelta\delta + q'\, \varDelta a\, (1 + \operatorname{tg} D\, \varDelta\delta) \\ \delta - \delta' - N\varDelta a - \sigma' = k' - q \cos^2 D\, \varDelta a + q' (\varDelta\delta - \frac{1}{2} \sin D \cos D\, \varDelta a^2). \end{cases}$$

III. $60^\circ < D < 80^\circ$ (circa)

$$(38)\quad \begin{cases} a - a' - M\varDelta a - \sigma + \lambda \sin D \operatorname{tg}^2 D\, \varDelta a\, \varDelta\delta \\ \quad = k + k' \operatorname{tg} D\, \varDelta a + q\, (\varDelta\delta - \frac{1}{2} \sin D \cos D\, \varDelta a^2 + \operatorname{tg} D \cdot \varDelta\delta^2) + q'\, \varDelta a\, (1 + \operatorname{tg} D\, \varDelta\delta) \\ \delta - \delta' - N\varDelta a - \sigma' - \frac{1}{2} \lambda \sin^3 D\, \varDelta a^2 \\ \quad = k' - q \cos^2 D\, \varDelta a + q' (\varDelta\delta - \frac{1}{2} \sin D \cos D\, \varDelta a^2). \end{cases}$$

$$(39)\quad \begin{cases} \text{wo:}\ M = L + C \cdot \mathfrak{c} + D \cdot \mathfrak{d} + k \cdot T \\ \phantom{\text{wo:}\ } N = L' \phantom{+ C \cdot \mathfrak{c} + D \cdot \mathfrak{d}} + k \cdot T' \end{cases}$$

*) Für die Declinationen ist die Grenze 35° statt 20°.

und hierin:

$$(40)\quad \begin{cases} L = -(B'' - \frac{g}{R}\sin D)\,\mathrm{tg}\,D + \frac{g}{R}\cos D \\ L' = c'\sin D + \varepsilon + \eta\,(\sin D - \cos D) \end{cases} \text{(Instrumentalfehler)}$$

$$\begin{cases} \mathfrak{c} = (\sin A\,\mathrm{tg}\,D - \mathrm{tg}\,\omega)\sin D \\ \mathfrak{d} = -\cos A\sin D\cdot\mathrm{tg}\,D \end{cases} \text{(Aberration)}$$

$$\begin{cases} T = -\,\mathrm{tg}^2 z\cos 2q \\ T' = +\,\mathrm{tg}^2 z\sin 2q\cos D \end{cases} \text{(Refraction)}$$

σ und σ' sind die Glieder zweiter Ordnung der Refraction in α bezw. δ, welche am bequemsten in der Weise erhalten werden dürften, dass man nach den Formeln (35a) $v_1\ v_2\ v_3\ v_4$ für die 3 Werthpaare t_0, D; $t_0 + 1^\circ, D$; $t_0, D + 1^\circ$ rechnet, wodurch man die in den quadratischen Gliedern (cf. 35b) auftretenden Differentialquotienten und damit die Werthe von $v_5 \cdots v_{10}$ erhält. Die Gleichungen für σ und σ' lauten:

$$(41)\quad \begin{cases} \sigma = \mathfrak{r}\cdot\Delta\alpha^2 + \mathfrak{s}\cdot\Delta\alpha\,\Delta\delta + \mathfrak{t}\,\Delta\delta^2 \\ \sigma' = \mathfrak{r}'\,\Delta\alpha^2 + \mathfrak{s}'\cdot\Delta\alpha\,\Delta\delta + \mathfrak{t}'\,\Delta\delta^2 \end{cases}$$

wo:

$$(42)\quad \begin{cases} \mathfrak{r} = v_5 + \frac{1}{2}v_2\cos^2 D\,\mathrm{tg}\,D \\ \mathfrak{s} = v_6 - v_4\,\mathrm{tg}\,D \\ \mathfrak{t} = v_7 - v_2\,\mathrm{tg}\,D \\ \mathfrak{r}' = v_8 + \frac{1}{2}v_3\sin D\cos D \\ \mathfrak{s}' = v_9 \\ \mathfrak{t}' = v_{10}. \end{cases}$$

Uebrigens betragen diese Refractionsglieder bei den Aufnahmen für die photographische Himmelskarte meist nur wenige Hundertel-Bogensecunden. Für einen ungünstigen Fall, für das Observatorium von San Fernando, findet Kapteyn (für $z = 50^\circ$ $\varphi = 36^\circ\!.5$ $t = 1^h 28^m\!.5$ $D = -9^\circ$) in den Plattenecken für σ' die Beträge $0''\!.07$ bezw. $0''\!.04$.

Construirt man sich kleine Tafeln für die Factoren $\mathrm{tg}\,D\cdot\Delta\alpha$, $\cos^2 D\,\Delta\alpha$ u. s. w., so wird sich also unter den vorausgeschickten Voraussetzungen die Reductionsarbeit ziemlich einfach gestalten, um so mehr da man es in der Hand hat, die Werthe von k' und dann auch von k aus derjenigen bezw. denjenigen δ- und α-Gleichungen zu bestimmen, in denen $\Delta\alpha$ und $\Delta\delta$ nahe gleich Null sind, so dass dann nur noch q und q' nach der Methode der kleinsten Quadrate zu ermitteln blieben.

Ehe nun aber aus den Formeln (22) bis (33) Schlüsse für den von den Kapteyn'schen Voraussetzungen abweichenden Fall eines weit grösseren Gesichtsfeldes der Platte gezogen werden, muss zunächst noch von der Reduction solcher Messungen gesprochen werden, die nicht in der optischen Axe des Fernrohrs des Messapparates gemacht sind. Alle bisherigen Betrachtungen erstrecken sich in der That nur auf den Fall der Beobachtungen in der optischen Axe. Auch der Heidelberger Messapparat ist, wie bereits gesagt, dazu eingerichtet, die Declinationen durch mikrometrische Messung im Gesichtsfeld zu bestimmen, indem für eine ganze Zone der Platte der Declinationskreis geklemmt bleibt. Die Formeln zur Reduction auf die Mitte des Gesichtsfeldes sind leicht aus den ersten drei Reihen der Formeln (6) und (7) zu erhalten, wenn man statt der optischen Axe eine Hilfsaxe betrachtet, nämlich die Verbindungslinie des Objectivmittelpuncts mit dem seitlich gelegenen Schnittpunct des beweglichen Declinationsfadens und des festen Rectascensionsfadens.

Entsprechen für die Hilfsaxe die Grössen D_1, c_1, l_1, n_1 den für die optische Axe geltenden Grössen D, c, l, n und bezeichnet Δ den Winkel, unter welchem vom Mittelpunct des Objectivs aus der Abstand des beweglichen Fadens von dem festen Declinationsfaden erscheint, ferner

$90^\circ + \beta$ den Winkel, welchen der Rectascensionsfaden mit der Declinationsaxe bildet, so lauten die Beziehungen zwischen den Grössen D, c, $\cdots$ und D_1, c_1, $\cdots$ bei Vernachlässigung der quadratischen Glieder in Bezug auf die Instrumentalfehler:

$$(43)\quad \begin{cases} D_1 = D - \Delta \\ c_1 = c\cos\Delta - \beta\sin\Delta \\ l_1 = l\cos\Delta + L\sin\Delta \\ n_1 = n + cL\sin^2\Delta - \beta L\sin\Delta\cos\Delta. \end{cases}$$

Bezeichnet ferner:

α'' die zu der Mikrometereinstellung gehörige Ablesung des Rectascensionskreises,
δ'' die für die ganze Zone geltende Ablesung des Declinationskreises,

während α', δ' wie bisher die Kreisablesungen sein würden, wenn der mikrometrisch gemessene Stern in der optischen Axe eingestellt wäre, so findet man unter Berücksichtigung der erwähnten Ausdrücke in (6) und (7), sowie der obigen Beziehungen (43) leicht den Zusammenhang zwischen α', δ' und α'', δ'' wie folgt:

$$(44)\quad \begin{cases} \alpha' - \alpha'' = F\alpha \left(1 - \frac{L}{R}\right) \varDelta \sec \delta \\ \delta' - \delta'' = F\delta \left(1 - \frac{L}{R}\right) \varDelta \end{cases}$$

wo:

$$(45)\quad \begin{cases} F\alpha = -\beta + \dfrac{(c' + \varepsilon)\frac{L}{R} \operatorname{tg} \delta + \varepsilon \frac{L}{R} \sec \delta (1 - \sin \delta)}{1 - \frac{L}{R}} \\ F\delta = 1 + \dfrac{\frac{2L}{R} \sin^2 \frac{1}{2} \varrho - \frac{g}{R} \frac{L}{R} \cos \delta}{1 - \frac{L}{R}} \text{ ist.} \end{cases}$$

Man sieht also, dass die Reduction auf die Mitte des Gesichtsfeldes im Wesentlichen von dem Werth $\frac{L}{R}$ abhängt, d. h. bei gegebenem R von der Länge L des Objectivrohrs. Nur wenn $L = 0$ ist, wenn also das Objectiv im Schnittpunct der Axen sitzt, so dass

$$\alpha' - \alpha'' = -\beta \cdot \varDelta \sec \delta$$
$$\delta' - \delta'' = \varDelta,$$

nur dann ist die Reduction in α einfach proportional der Neigung des Rectascensionsfadens und der Scalenwerth in δ über die ganze Platte hin constant. Die technische Construction des Apparates macht es aber wünschenswerth, das Objectiv nicht genau in den Axenschnittpunct zu stellen. Der grösste zulässige Betrag für die Distanz L bei einer gegebenen Brennweite R sollte aus dem Factor $F\delta$ bestimmt werden, derart, dass wenigstens

$$\frac{\frac{2L}{R} \sin^2 \frac{1}{2} \varrho}{1 - \frac{L}{R}} \left(1 - \frac{L}{R}\right) \cdot \varDelta$$

vernachlässigt werden könnte, weil nur dann sowohl $F\alpha$ als auch $F\delta$ für eine Zone als Constante betrachtet werden können, wodurch die Reduction einfach bleibt.

Kapteyn findet, dass für $\frac{L}{R} = \frac{1}{10}$ (also z. B. für 344 cm Brennweite $L = 34.4$ cm) die Distanz $\varDelta = 300''$ im Mittelpunct der Platte sich ändert in:

300.000	bei	einem	Abstand	von	0°5	vom Centrum der Platte.
300.005	»	»	»	»	1.0	
300.011	»	»	»	»	1.5	

II. Schlussfolgerungen aus den Formeln hinsichtlich der Justirung der Platte mit besonderer Berücksichtigung des Heidelberger Messapparates und der Heidelberger Voigtländer-Platten.

Da der Heidelberger Messapparat infolge seines nur bis auf etwa 0'.25 genau ablesbaren Declinationskreises dazu bestimmt ist, die Platten zonenweise, d. h. mit constantem δ für eine Zone, auszumessen, so soll zunächst von der Reduction der ausserhalb der optischen Axe vorgenommenen Einstellungen auf die Mitte des Gesichtsfeldes gesprochen werden.

Für den Heidelberger Apparat beträgt der Abstand des Objectivs vom Schnittpunct der Axen 3,8 cm, während die Brennweite des 6" Voigtländer-Objectivs 80,668 cm misst. Mit genügender Genauigkeit lässt sich daher $\frac{L}{R} = \frac{1}{21}$ ansetzen. Der grösste in Frage kommende Winkelabstand eines Plattenpunctes vom Mittelpunct der Platte beträgt bei den 13 × 18 Platten $\varrho = 7°4$. Bei einer zonenartigen Ausmessung der Platten kommt jedoch nur die für eine Zone grösstmögliche Differenz der Werthe von ϱ in Betracht. Diese Differenz erreicht, wenn man Zone mit Zone vergleicht, wiederum ihren grössten Werth für die mittelste Plattenzone, für welche $\delta = D$, der Declination der Plattenmitte, ist. In diesem Falle liegen die Werthe von ϱ zwischen 0° und 6°. Es wird daher zur Discussion der Factoren zur Reduction auf die optische Axe genügen, als Maximalbetrag $\frac{\varrho}{2} = 3°$ zu nehmen. Die Breite einer Zone in Declination ist unter den obwaltenden Verhältnissen gleich 1°4, so dass der maximale Betrag von $\varDelta = 0°7 = 2520''$ ist. Es wird jedoch geeignet sein, in der Regel nicht über den Werth 2400" hinauszugehen.

Es soll nun allen weiteren Betrachtungen das Princip zu Grunde gelegt werden, dass für die Voigtländer-Platten solche Grössen vernachlässigt werden dürfen, welche nur in den ungünstigsten Fällen d. h. für die grössten Beträge von Δ und ϱ die Werthe $0\overset{s}{.}02$ in α und $0\overset{''}{.}3$ in δ erreichen. Diese Genauigkeitsgrenze dürfte für Aufnahmen mit einem Objectiv von nur 80 cm Brennweite keineswegs zu hoch gegriffen sein.

Unter diesen Umständen ergibt sich für die Reduction der Rectascensionen auf die optische Axe folgendes Resultat: Die Instrumentalconstanten ergeben die beiden Reductionsglieder:

$$c' \frac{L}{R} \operatorname{tg} \delta \cdot \sec \delta \cdot \Delta; \quad \varepsilon \frac{L}{R} \sec^2 \delta \cdot \Delta.$$

Das c'-Glied erreicht für $\Delta = 2400''$ den Maximalbetrag von $0\overset{s}{.}02$

für $c' =$	1′	2′	3′	4′	
bei $\delta =$	70°	62°	59°	52°	circa.

Das ε-Glied:

für $\varepsilon =$	1′	2′	3′	4′	
bei $\delta =$	70°	62°	55°′	50°	circa.

Für kleinere Werthe von δ bleiben die Werthe unter $0\overset{s}{.}02$. Die Steigerung der Werthe wird angegeben durch folgende Zusammenstellung:

$$c' = 1'; \quad \varepsilon = 1'$$

$\delta =$	60°	70°	80°
c'-Glied	$0\overset{s}{.}01$	$0\overset{s}{.}02$	$0\overset{s}{.}07$
ε-Glied	0.00	0.02	0.08.

Es geht hieraus zur Genüge hervor, dass man sich fast durchweg mit der Berücksichtigung der Neigung des Horizontal- d. i. Rectascensionsfadens begnügen kann, da man erfahrungsgemäss die Instrumentalfehler innerhalb 2′ liegend annehmen kann.

Etwas complicirter liegt die Sache für die Declinationen, da bei ihnen das von ϱ abhängige Glied auftritt. Dasselbe führt, wie man leicht durch Einführung von

$$\cos \varrho = 1 - 2 \sin^2 \frac{\varrho}{2} = \sin D \sin (D + \Delta\delta) + \cos D \cos (D + \Delta\delta) \cos \Delta\alpha$$

in die Ausdrücke (44) und (45) und Entwicklung nach $\Delta\alpha$ und $\Delta\delta$ sehen kann, auf die Glieder 3. Ordnung:

$$\frac{1}{2} \frac{L}{R} \Delta\delta^2 \sin^2 1'' \cdot \Delta\delta + \frac{1}{2} \frac{L}{R} \Delta\alpha^2 \cos^2 D \sin^2 1'' \cdot \Delta\delta.$$

Von diesen Ausdrücken erreicht der erste selbst für $\Delta\delta = 2400''$ nur den Werth $0\overset{''}{.}008$.

Das nächste Glied, in dem $\Delta\alpha \cos D = 6°$ werden kann, gibt jedoch folgende Werthe für $\Delta\delta = 2400''$

$\Delta\alpha =$	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°
Glied 3. Ordnung	$0\overset{''}{.}00$	$0\overset{''}{.}02$	$0\overset{''}{.}07$	$0\overset{''}{.}16$	$0\overset{''}{.}28$	$0\overset{''}{.}44$	$0\overset{''}{.}63$.

Nach dem aufgestellten Grundsatz muss dieses Glied also für Werthe von $\Delta\alpha \cos D > 4°$ berücksichtigt werden. Günstiger liegen die Verhältnisse für das zweite Reductionsglied der Declinationen:

$$-\frac{g}{R} \frac{L}{R} \cos \delta \cdot \Delta.$$

Der Betrag von $0\overset{''}{.}3$ wird selbst für $\delta = 0°$ und $\Delta = 2400''$ erst erreicht bei:

$$\frac{g}{R} = 9'\!.0$$

ein Wert, den $\frac{g}{R}$ bei einem leidlich gut gebauten Instrument bei weitem nicht erreichen wird.

Die Reduction der Beobachtungen auf die optische Axe wird daher in den meisten Fällen sich auf folgende Ausdrücke beschränken können:

$$(46) \quad \left\{ \begin{aligned} \alpha' - \alpha'' &= -\beta \cdot \frac{20}{21} \sec \delta \cdot \Delta \\ \delta' - \delta'' &= \Delta + \frac{1}{42} \Delta\alpha^2 \cos^2 D \sin^2 1'' \cdot \Delta. \end{aligned} \right.$$

In der Grösse Δ ist nun noch der Schraubenwerth enthalten. Die Bestimmung des Schraubenwerthes ist sehr einfach, so lange $\Delta\alpha \cos D < 4°$ ist. In diesem Falle kann man den Schraubenwerth unmittelbar aus der Declinations-

differenz zweier bekannter Sterne bestimmen. Es wird jedoch rathsam sein, zu der Bestimmung eine grössere Anzahl von Sternen zu benutzen, um von den zufälligen Fehlern in den Sternörtern frei zu werden. Es lassen sich aber auch ohne Schwierigkeit alle Sterne der Zone benutzen, selbst diejenigen, für welche $\Delta a \cos \delta > 4^\circ$ ist, da zur Berechnung des Correctionsgliedes 3. Ordnung nur ein angenäherter Schraubenwerth bekannt zu sein braucht, welchen man sich leicht verschaffen kann. — Die zweite mögliche Methode den Schraubenwerth zu bestimmen — nämlich frei von den Fehlern der Sternörter durch Einstellung eines einzigen Objectes einmal am einen, das andere Mal am andern Rande des Gesichtsfeldes und durch gleichzeitige Mikrometer- sowie Declinationskreisablesung — ist bei dem Heidelberger Instrument wegen der geringen Ablesungsgenauigkeit des Declinationskreises nicht durchführbar.

Es wird sich übrigens bald zeigen, dass man überhaupt stets mit einem angenäherten Schraubenwerth bei der Reduction auf die optische Axe auskommt, da sich die dadurch nothwendigen Correctionen mit einer anderen Correction zusammenfassen lassen.

Die Reduction der Messungen ausserhalb der optischen Axe auf die Mitte des Gesichtsfeldes bietet nach dem Vorhergehenden also gar keine Schwierigkeiten. Wenn man dafür sorgt, dass die Neigung β des horizontalen Rectascensionsfadens gleich Null ist, so ist in a gar keine Reduction nöthig, und in δ ist nur für die Sterne mit $\Delta a \cos \delta > 4^\circ$ eine einzige Correction erforderlich, welche man einer kleinen Tafel auf den ersten Blick entnehmen kann.

Es lassen sich nunmehr also alle Beobachtungen auf die optische Axe reducirt denken, und es tritt jetzt wieder die Frage nach den Correctionen infolge fehlerhafter Justirung der Platte auf. Die Gleichungen (22) bis (33) geben hierüber den nöthigen Aufschluss.

Die in den angezogenen Gleichungen zum Ausdruck kommende Zusammensetzung der Coefficienten der linearen und quadratischen Glieder in Bezug auf Δa und $\Delta\delta$ lehren in erster Linie, dass es im Allgemeinen unmöglich ist, den Werth der Glieder zweiter Ordnung aus dem der Glieder erster Ordnung herzuleiten, selbst wenn man von den Refractions- und Aberrationsgliedern absieht. Lässt man die letzteren zunächst einmal ausser Acht, so treten in den Coefficienten der linearen Glieder (24) bis (27) nur die folgenden 7 Grössen auf:

$$\frac{\Delta R}{R},\ [\tau \sin (A-F) + i \sin \psi \sin D + \epsilon \sin D]$$

$$[\tau \cos (A-F) - i \cos \psi],\ c',\ \epsilon,\ \eta,\ \frac{g}{R},$$

von denen die letzten 5 sich mit Hilfe der Grösse k' und der Instrumentalconstanten

$$B'',\ c',\ \epsilon,\ \eta,\ \frac{g}{R}$$

ausdrücken lassen, da

$$\tau \cos (A-F) - i \cos \psi = B'' - \frac{g}{R} \sin D - k' \tag{47}$$

ist. Gerade hierauf beruht die Möglichkeit, bei Vernachlässigung der quadratischen Glieder die Bedingungsgleichungen in der Kapteyn'schen Form (36) aufzustellen, da man die ersten beiden der oben genannten 7 Grössen aus den Gleichungen (24) bis (27) eliminiren und infolge dessen p und p' durch q' und q in folgender Weise ersetzen kann:

$$\begin{cases} p = q' + k' \operatorname{tg} D + M \\ p' = -q \cos^2 D + N, \end{cases} \tag{48}$$

wo M und N die durch (39) gegebenen Werthe besitzen.

Zu den obigen 7 Grössen treten aber in den Coefficienten der quadratischen Glieder die weiteren 4 Grössen

$$i \sin \psi,\ i \cos \psi,\ \frac{l}{R},\ \frac{n}{R}$$

hinzu. Selbst wenn also alle Instrumentconstanten sowohl B'', c', ϵ, η, $\frac{g}{R}$ als auch $\frac{l}{R}\ \frac{n}{R}$ kleine Werthe besitzen, so bedingt der Umstand, dass die Coefficienten der linearen Glieder gleich Null oder doch wenigstens klein sind, doch nicht, dass auch die Coefficienten der quadratischen Glieder kleine Werthe besitzen; denn für die Kleinheit der Glieder erster Ordnung genügt bei kleinen Instrumentalfehlern eine Justirung der Platte von solcher Art, dass $\frac{\Delta R}{R}$, $\tau \sin (A-F) + i \sin \psi \sin D$, und $\tau \cos (A-F) - i \cos \psi$ klein sind, während $i \cos \psi$ und $i \sin \psi$, für sich allein betrachtet, keineswegs klein zu sein brauchen. Sollen die quadratischen Glieder keine erheblichen Beträge annehmen, so ist also in erster Linie dafür Sorge zu tragen, dass $i \sin \psi$ und $i \cos \psi$ sich in kleinen Grenzen halten, d. h. dass die Neigung der Platte gut justirt ist.

Bei den Heidelberger Voigtländer-Platten ist die Erfüllung gerade dieser Bedingung aber mit gewissen Schwierigkeiten verknüpft, die in der Art begründet sind, wie die Justirung der Senkrechtstellung der Platte gegen die optische Axe des Voigtländer-Objectivs vorgenommen, und wie die Cassette an die Camera angesetzt wird. Das die Cassette tragende, im eigentlichen Tubus bewegliche Rohr wird durch drei lange Federn nach der Objectivseite des Tubus hingezogen. Durch drei Schrauben lassen sich die Axen der beiden Rohre gegeneinander neigen. Die Senkrechtstellung der Platte geschieht nun in der Weise, dass der Tubus vertical gestellt wird, den das Objectiv tragenden Flansch nach dem Zenith zu gerichtet. Mit Hilfe einer Libelle, welche nach Herausnahme des Objectivs auf die vordere, abgedrehte Fläche des Objectivflansches gesetzt wird, wird die horizontale Lage dieser Fläche geprüft. Hat man durch Benutzung

der Rectascensions- und Declinationsfeinbewegung diese Flanschfläche horizontal gestellt, so beobachtet man eine zweite Libelle, welche auf die Schichtseite einer photographischen Platte der angesetzten Cassette (bei aufgezogenem Schieber) aufgesetzt ist. Mit den erwähnten drei Schrauben am Tubus bringt man auch diese Libelle zum Einspielen. Unter der Voraussetzung, dass die optische Axe des Objectivs senkrecht zu seiner abgedrehten Ansatzfläche steht, wird dann die optische Axe auch senkrecht zur Platte stehen. Da man bei der Ausführung der nöthigen Manipulationen als Prüfungslibelle für die Platte eigentlich nur eine Dosenlibelle benutzen kann, und da ferner nachträglich durch Anziehen zweier Klemmschrauben, welche das Cassettenrohr mit dem Tubus in feste Verbindung bringen, immer noch kleine Lagenänderungen wieder eintreten, lässt sich diese ganze Justirung natürlich in den meisten Fällen nur bis zu einer gewissen Genauigkeit ausführen. Immerhin hält sich diese Justirung wenigstens aber für längere Zeit constant. Anders liegen die Verhältnisse jedoch hinsichtlich der Lage des Punctes, in welchem die optische Axe die Platte trifft. Hier spielt erstens der kleine seitlich (in δ) vorhandene Spielraum, welcher der Casette in dem für sie bestimmten Holzrahmen gelassen ist, eine Rolle, und zweitens bewirkt vor Allem das Fehlen eines Anschlages für die Cassette in der α-Richtung, — für die gleichzeitige Verfolgung der kleinen Planeten war es nothwendig die Cassette in Rectascension zu verschieben — dass der Normalenfusspunct auf der Platte in α sehr wesentlich verschiedene Lagen einnehmen kann. Schliesslich kommt noch in Betracht, dass die Platte selbst keine abgeschliffene Kante besitzt, und dass sich in der Cassette keine speciellen Justirungsvorrichtungen für die Lage der Platte befinden. Alles dies, aber vor allem das Fehlen jedweden Anschlages für die Cassette in α, bewirkt, dass man bei keiner Platte über die Lage des Normalenfusspunctes orientirt ist, und es ist daher ersichtlich, dass man beim späteren Justiren der Platte gegenüber dem Messapparat gar keinen Anhalt dafür hat, in welchem Puncte der Platte die vom Axenschnittpunct des Messapparates auf die Platte gefällte Normale die Schicht treffen soll. Für die Voigtländer-Platten, bei welchen bereits 1 mm = nahe 4′ ist, besteht daher auch die Hauptschwierigkeit bei der Justirung der Platten gegenüber dem Messapparat in den Gliedern $i \cos \psi$ und namentlich $i \sin \psi$, für welche Kapteyn schon bei $\Delta\alpha \sec \delta = \pm 1^\circ$ zur Vernachlässigung der Glieder zweiter Ordnung verlangt:

$$i \cos \psi < 1'; \quad i \sin \psi < 1'.$$

Infolge der angeführten Umstände ist es sehr leicht möglich, dass die $i \sin \psi$ und $i \cos \psi$ enthaltenden Glieder nach der ersten, ganz rohen Justirung der Platte noch so erhebliche Beträge besitzen, dass alle übrigen Reductionsglieder hiergegen ohne Bedeutung sind. Namentlich gilt dies für die Glieder zweiter Ordnung, und es wird daher dringend nothwendig sein, sein Augenmerk auf diese Glieder zu richten, da sonst die ganze Reductionsarbeit leicht solche Dimensionen annimmt, dass der eigentliche Vortheil des Kapteyn'schen Messapparates, schnell ohne grosse Rechnung relativ genaue Positionen zu geben, verloren gehen würde.

In der That hat sich bei den bisher einer Ausmessung unterzogenen Voigtländer-Platten der erwähnte Umstand stets stark bemerkbar gemacht, und es soll daher zuerst davon gesprochen werden, wie man durch Neigungsänderungen der Platte die quadratischen Glieder herabdrücken kann. Man stelle sich zu diesem Zwecke einmal vor, dass der Messapparat fehlerfrei sei, und dass die Platte so orientirt sei, dass τ, i und ΔR gleich Null seien. Dann werden die anzubringenden Correctionen also nur in Gliedern der Differential-Refraction und -Aberration bestehen. Von ihnen kann man für die folgende Betrachtung ebenfalls absehen; denn bei einer zonenartigen Ausmessung der Platte werden ihre Beträge stets klein genug sein, um eine Reduction der Messungen schnell ausführen zu können.

Aendert man nun bei einer so justirten (τ, i, $\Delta R = 0$) Platte die Neigung derselben gegen die Verbindungslinie Plattenmittelpunct—Axenschnittpunct durch Drehen der Platte um eine horizontale durch den Plattenmittelpunct gehende Gerade der Plattenebene, so bleibt:

$$\tau = 0, \quad i \cos \psi = 0$$

dagegen wird:

$$i \sin \psi = i'$$

unter i' den Drehungswinkel verstanden. Unter Fortlassung der Glieder der Differential-Refraction und -Aberration werden nun die Coefficienten so aussehen:

$$\begin{aligned}
k &= 0 & k' &= 0 \\
p &= 0 & p' &= i' \sin D \\
q &= -\, i' \sin D \sec^2 D & q' &= 0 \\
r &= \frac{1}{2}\, i' (\sec D + \cos D) & r' &= 0 \\
s &= 0 & s' &= i' \cos D \\
t &= -\, i' \operatorname{tg}^2 D \sec D & t' &= 0.
\end{aligned}$$

Andererseits: Aendert man die Neigung der justirten (τ, i, $\Delta R = 0$) Platte gegen die Verbindungslinie Plattenmittelpunct—Axenschnittpunct durch Drehen um eine verticale, durch den Plattenmittelpunct gehende Gerade der Plattenebene, so wird

$$\tau \sin (A - F) = 0; \quad i \sin \psi = 0$$

bleiben, während

$$\tau \cos (A - F) = i''; \quad i \cos \psi = i''$$

wird, unter i'' wieder den Drehungswinkel verstanden. In diesem Falle werden die Coefficienten (analog) so aussehen:

$$k = 0 \qquad k' = 0$$
$$p = 0 \qquad p' = 0$$
$$q = 0 \qquad q' = 0$$
$$r = 0 \qquad r' = 0$$
$$s = -i'' \qquad s' = 0$$
$$t = 0 \qquad t' = -i''.$$

Man sieht hieraus, dass man es in der Hand hat, durch Drehen der Platte um eine horizontale Gerade die Coefficienten der quadratischen Glieder r und t in $\alpha-\alpha'$ und s' in $\delta-\delta'$, durch Drehen um eine verticale Gerade aber die Coefficienten der quadratischen Glieder s in $\alpha-\alpha'$ und t' in $\delta-\delta'$ zu beeinflussen. Im ersteren Falle geht freilich hiermit gleichzeitig eine Aenderung derjenigen linearen Glieder, welche gewissermassen die Orientirung gegen den Parallel darstellen, nämlich der Coefficienten q in $\alpha-\alpha'$ und p' in $\delta-\delta'$ Hand in Hand.

Man erkennt ausserdem, dass man nur die Coefficienten r, s, t der quadratischen Glieder in $\alpha-\alpha'$ auf kleine Werthe zu bringen braucht, um die Gewissheit zu haben, dass die quadratischen Glieder in $\delta-\delta'$ durch den Fehler in i nicht mehr erhebliche Beträge erreichen können.

Die geforderten Drehungen der Platte werden mit Hilfe der Fussschrauben einerseits und der azimutalen Drehung des Plattenstativs andererseits in Praxis ausgeführt. Hierbei muss bemerkt werden, dass bei der Drehung der Platte um eine **horizontale** Axe bei dem vorliegenden Plattenstativ auch eine Aenderung der Entfernung Plattenmittelpunct—Axenschnittpunct eintreten muss, da zur Sicherung der Stabilität des Plattenstativs auf eine Drehungsmöglichkeit in Bezug auf einen horizontalen Durchmesser der Trommel verzichtet worden ist. Die horizontale Axe, um welche die Platte gekippt wird, ist in Wirklichkeit die Verbindungslinie der beiden dem Messapparat abgewandten Fusspuncte der Fussschrauben. Man wird also durch eine Kippung der justirten (r, i, $\Delta R = 0$) Platte stets die Coefficienten p, s, q', r' nicht gleich Null erhalten, sondern:

$$p = -\frac{\Delta R}{R} \qquad q' = -\frac{\Delta R}{R}$$
$$s = -\frac{\Delta R}{R}\operatorname{tg}\delta \qquad r' = +\frac{1}{2}\frac{\Delta R}{R}\sin D\cos D.$$

Es ist also hinterher stets eine Aenderung von $\frac{\Delta R}{R}$ d. h. eine Entfernungsänderung nöthig, und zwar im Betrage von circa 0.1 mm für $i'' = 1'$.

Man sieht also, dass man nur durch Annäherungsmethoden dazu gelangen kann, die Coefficienten der einzelnen Glieder zu reduciren. Dies geht auch aus der ganzen Zusammensetzung der einzelnen Coefficienten hervor, wie die Formeln (23) bis (33) sie geben.

In den quadratischen Gliedern treten nun ausser den eben besprochenen Grössen $i\sin\psi$ und $i\cos\psi$ die Instrumentalfehler $\frac{l}{R}$ und $\frac{n}{R}$ auf, welche in den linearen Gliedern nicht hervortreten, da sie sich in ihnen mit B' und c zu B'' und c' vereinigen. Die Bestimmung von $\frac{l}{R}$ und $\frac{n}{R}$ ist aber, wie früher gezeigt wurde, nur möglich, wenn man Einstellungen auf ein unendlich fernes Object zu Hilfe nehmen würde. Die Bestimmung dieser Grössen ist aber auch dann nicht einwandsfrei, und es tritt somit bei den Voigtländer-Platten, welche für $\Delta\alpha^2$, $\Delta\alpha\,\Delta\delta$, $\Delta\delta^2$ sehr erhebliche Werthe ergeben können, bei der Bestimmung der Coefficienten der quadratischen Glieder eine wesentliche Schwierigkeit auf. Zu dieser Schwierigkeit tritt der Umstand störend hinzu, dass die Berechnung der sämmtlichen von den übrigen Instrumentalconstanten abhängigen Glieder die Reductionsarbeit ziemlich stark vermehren würde, da man trotzdem die von den Orientirungsfehlern und der Differentialaberration und -Refraction abhängigen Glieder erster und zweiter Ordnung noch bestimmen müsste. Es dürfte daher ohne Frage im vorliegenden Falle am schnellsten zum Ziele zu führen, wenn man die Formeln (23) bis (33) nur dazu benutzt, um aus ihnen abzuleiten, in welcher Weise die Justirung der Platte zu geschehen hat, dass man aber die Reduction selbst in der Weise vornimmt, dass man aus den Anschlusssternen die Unbekannten $k\,p\cdots t$, $k'\,p'\cdots t'$ bestimmt und mit den so gefundenen Werthen die Reduction der unbekannten Objecte mit Hilfe der Formeln (22) ausführt. Der Messapparat wird dann gewissermassen nur zu einer Interpolation zwischen den bekannten Oertern der Anschlusssterne benutzt. Diese Methode scheint auf den ersten Blick eine recht beträchtliche Anzahl der Anschlusssterne zu verlangen, wenn man bei der Bestimmung der Constanten sich einigermassen von den Fehlern in den Sternörtern frei machen will. Man kann jedoch durch die zonenweise Ausmessung der Platten gewisse Vortheile erlangen, welche die ganze Reductionsarbeit wesentlich erleichtern. Hiervon soll zunächst die Rede sein, ehe weiter auf die Art eingegangen wird, wie die Platte zu justiren ist.

Es bezeichne fernerhin $\Delta\delta_o$ die Declinationsdifferenz der Mitte einer Zone gegen den Plattenmittelpunct, $\Delta_*\delta$ die Declinationsdifferenz eines Zonensterns gegen die Mitte der Zone. Dann erhält man

1. Für den Zonenstern:

$$\alpha_* = \alpha_*' + k + p\,\Delta\alpha + q\,(\Delta\delta_o + \Delta_*\delta) + r\,\Delta\alpha^2 + s\,\Delta\alpha\,(\Delta\delta_o + \Delta_*\delta) + t\,(\Delta\delta_o + \Delta_*\delta)^2. \tag{50}$$

2. Für denjenigen Punct der Zone, dessen Rectascension gleich der des Plattenmittelpunctes und dessen Declinationsdifferenz gegen den letzteren gleich $\Delta\delta_o$ ist, also kurz für den Zonenmittelpunct:

$$\alpha_o = \alpha_o' + k + q\,\Delta\delta_o + t\,\Delta^2\delta_o. \tag{51}$$

Mithin:

$$a_* - a_*' = a_0 - a_0' + p\,\Delta a + q\,\Delta_*\delta + r\,\Delta a^2 + s\,\Delta a\,(\Delta\delta_0 + \Delta_*\delta) + 2\,t\,\Delta\delta_0\,\Delta_*\delta + t\,\Delta^2{}_*\delta.$$

$$(52)\qquad a_* - a_*' = a_0 - a_0' + (p + s\,\Delta\delta_0)\,\Delta a + (q + 2\,t\,\Delta\delta_0)\,\Delta_*\delta + r\,\Delta a^2 + s\,\Delta a\,\Delta_*\delta + t\,\Delta^2{}_*\delta.$$

Oder wenn man die neuen Constanten einführt:

$$(52\text{a})\qquad \left\{\begin{array}{l} a_0 - a_0' = C \\ p + s\,\Delta a_0 = A \\ q + 2\,t\,\Delta\delta_0 = B. \end{array}\right.$$

$$(53)\qquad a_* - a_*' = C + A\,\Delta a + B\,\Delta_*\delta + r\,\Delta a^2 + s\,\Delta a\,\Delta_*\delta + t\,\Delta^2{}_*\delta,$$

und analog für die Declinationen:

$$(54)\qquad \delta_* - \delta_*' = C' + A'\,\Delta a + B'\,\Delta_*\delta + r'\,\Delta a^2 + s'\,\Delta a\,\Delta_*\delta + t'\,\Delta^2{}_*\delta.$$

In diesen Bedingungsgleichungen für eine Zone kann nunmehr $\Delta_*\delta$ den Werth von $40'$ nicht mehr überschreiten, während Δa den Maximalbetrag von $6^\circ \sec D$ annehmen kann. Damit die quadratischen Glieder $\Delta a\,\Delta_*\delta$ und $\Delta^2{}_*\delta$ selbst im ungünstigsten Falle den Betrag von $0\overset{s}{.}3$ nicht überschreiten, müssen also die Coefficienten dieser Glieder kleiner sein als folgende Werthe:

$$s \text{ bezw. } s' < 4\overset{s}{.}1 \cos D; \quad t \text{ bezw. } t' < 36\overset{s}{.}9.$$

Man erkennt hieraus, dass die Glieder $t\,\Delta^2{}_*\delta$ und $t'\,\Delta^2{}_*\delta$ fast immer vernachlässigt werden können, da es stets gelingen dürfte, t und t' unter $37'$ herabzudrücken, ferner dass eine Unsicherheit von $4'$ in der Bestimmung von s bezw. s' zugelassen werden kann, ohne die früher festgesetzte Genauigkeitsgrenze zu überschreiten. Zu diesen beiden Vereinfachungen der Reductionsarbeit tritt nun zunächst noch für die Rectascensionen die folgende: Wenn q bis auf $0\overset{s}{.}4$ und t bis $3\overset{s}{.}5$ genau bestimmt sind, so können die Fehler der in $B\,\Delta_*\delta$ enthaltenen Ausdrücke:

$$q\,\Delta_*\delta \text{ und } 2\,t\,\Delta\delta_0\,\Delta_*\delta$$

für den grössten Werth von $\Delta_*\delta$ den Betrag $0\overset{s}{.}02$ nicht überschreiten. Es lässt sich aber zeigen, dass man durch Beobachtung von 3 Sternen mit möglichst verschiedenen Werthen von $\Delta\delta$ ($\Delta\delta$: +, 0, —) bei Δa nahe gleich Null die angegebene Genauigkeit ohne jede Mühe erreichen kann, wovon später noch die Rede sein wird.

Für die Declinationen lässt sich hinsichtlich des Gliedes $B'\,\Delta_*\delta$ ebenfalls eine Vereinfachung der Reductionsarbeit erzielen, allerdings in anderer Weise wie bei den Rectascensionen. Es wurde schon früher darauf hingewiesen, dass man für die Reduction der Declinationen auf die optische Axe nur einen angenäherten Schraubenwerth zu kennen braucht. In der That lässt sich aus der Formel (46) leicht erkennen, dass man den Fehler im Schraubenwerth mit dem Gliede $B'\,\Delta_*\delta$ zusammenfassen kann. Ist p_0 der angenäherte Schraubenwerth, Δp der Fehler derselben, ϑ die Differenz der Schraubenablesungen für den Stern und für die Zonenmitte, so ist:

$$(55)\qquad \delta' = \delta'' + p_0\,\vartheta \cdot + p_0\,\vartheta\,\frac{1}{4^2}\,\Delta a^2 \cos^2 D \sin^2 1'' + \frac{\Delta p}{p}\cdot\Delta_*\delta.$$

Wenn man also das von Δa^2 abhängige Glied bei der Reduction berücksichtigt hat, so kann man $\frac{\Delta p}{p_0}\,\Delta_*\delta$ mit $B'\,\Delta_*\delta$ zusammenfassen.

Nach dem Vorangehenden lassen sich die Bedingungsgleichungen in der Form ansetzen:

$$(56)\qquad \left\{\begin{array}{l} a_* - a_*' - \mathfrak{c}a = C + A\,\Delta a + r\,\Delta^2 a \\ \delta_* - \delta_*' - \mathfrak{c}\delta = C' + A'\,\Delta a + r'\,\Delta^2 a + B''\,\Delta_*\delta \end{array}\right.$$

$$(56\text{a})\qquad \left|\begin{array}{l} \text{wo: } \mathfrak{c}a = B\,\Delta\delta + s\,\Delta a\,\Delta_*\delta + t\,\Delta^2{}_*\delta \\ \phantom{\text{wo: }} \mathfrak{c}\delta = s'\,\Delta a\,\Delta_*\delta + t'\,\Delta^2{}_*\delta \\ \phantom{\text{wo: }} B'' = q' + 2\,t'\,\Delta\delta_0 + \frac{\Delta p}{p} \text{ ist.} \end{array}\right.$$

In diesen Gleichungen sind nur noch C, A, r aus den Rectascensionen und C', A', r', B'' aus den Declinationen abzuleiten, im Allgemeinen nach der Methode der kleinsten Quadrate, da man selbstverständlich eine grössere Anzahl von Vergleichsternen benutzen wird. Diese Arbeit wird aus dem Grunde nicht sehr umständlich sein, weil die Coefficienten der Unbekannten für die Rectascensionen und Declinationen die gleichen sind. Vorausgesetzt ist hierbei, dass q und t bis auf $0\overset{s}{.}4$ bezw. $3\overset{s}{.}5$ genau, s und s' bis auf $4\overset{s}{.}1$ und t' bis auf $36\overset{s}{.}9$ genau bestimmt sind.

Um die in den Correctionsgliedern $\mathfrak{c}a$ und $\mathfrak{c}\delta$ enthaltenen Constanten q, s, t und s', t' mit der für die Reduction der Zonenmessungen erforderlichen Genauigkeit zu bestimmen, wird man Sterne beobachten, welche nicht innerhalb der Zone liegen, sondern welche solche Lage auf der Platte haben, dass die Coefficienten dieser Grössen möglichst verschiedene Werthe annehmen. Diese zur Constantenbestimmung benutzten Sterne sollen fernerhin stets als die »H a u p t s t e r n e« der Platte bezeichnet werden.

In welcher Weise die Auswahl der Hauptsterne zu treffen ist, erkennt man leicht aus den Gleichungen (22). Setzt man in ihnen $\Delta a = 0$, so erhält man Gleichungen von der Form:

$$a - a' = k + q\,\Delta\delta + t\,\Delta^2\delta.$$

Wählt man also in dem durch den Plattenmittelpunct gehenden Stundenkreis 3 Sterne mit den Coordinaten $\Delta\delta = 0$, $\Delta\delta +$, $\Delta\delta -$, so dass in den beiden letzten Fällen der absolute Betrag von $\Delta\delta$ thunlichst gross ist, so kann man leicht k, q und t bestimmen. Es ist auch ohne weiteres klar, dass man bei einem bis auf 0ˢ01 ablesbaren Stundenkreise die Coefficienten q und t mit der für eine Zone nöthigen Genauigkeit aus diesen Sternen, welche weit ausserhalb derselben liegen, bestimmen kann. In der gleichen Weise lassen sich natürlich auch p' und t' bestimmen. Jedoch tritt hier eine wesentliche Schwierigkeit dadurch ein, dass der Declinationskreis nur Schätzungen von 0ʹ25 zulässt. Selbst wenn man annimmt, dass man durch mehrfaches Einstellen des Sternes den Werth von δ' mit einem mittleren Fehler von 0ʹ1 erhalten kann, wird die oben geforderte Genauigkeit in der Bestimmung doch noch nicht erzielt. Man erkennt dies leicht aus folgendem Beispiel. Die 3 Sterne mögen der Einfachheit halber die Coordinaten haben: $\Delta a = 0$ und $\Delta\delta = +3^\circ, 0^\circ, -3^\circ$. Den Betrag von 3° Abstand von der Plattenmitte bei diesen Sternen zu überschreiten, wird wegen der Distorsionsfehler des Objectivs nicht rathsam sein. In diesem Falle wird:

$$t' = \frac{(\delta_{+3} - \delta_{+3}') + (\delta_{-3} - \delta_{-3}') - 2(\delta_0 - \delta_0')}{2\sin^2 3^\circ}.$$

Ist nun der mittlere Fehler der Grössen δ_{+3}', δ_0', δ_{-3}' je $\pm 0'1$, so ergibt sich der mittlere Fehler von t zu $\pm 44'7$. Es wurde aber verlangt, dass der Werth von $t < 37'$ sei. Man sieht hieraus, dass die obige Methode für t' nur dann zum Ziele führt, wenn man auch einen entsprechend fein getheilten Declinationskreis besitzt. In der Praxis gestaltet sich die Sache allerdings etwas günstiger. Wie bereits gezeigt wurde, besteht der am meisten zu berücksichtigende Theil der quadratischen Glieder in den i enthaltenden Ausdrücken. Betrachtet man die Ausdrücke (29) für s und (33) für t', so erkennt man, dass diese beiden Ausdrücke im Wesentlichen von $i\cos\varphi$ abhängen, da man $[r\cos(A-F) - i\cos\varphi]$ und $\frac{\Delta R}{R}$, wie bald gezeigt wird, für sich möglichst klein machen kann, und die Instrumentalfehler sowie die Differentialrefraction und -Aberration nie sehr grosse Beträge von t' hervorrufen werden. Man kann daher schon aus dem Werth von s auf die Grössenordnung von t' schliessen. Einerseits lässt sich aber die Bestimmung von s aus den Rectascensionen mit genügender Genauigkeit durchführen, und andererseits wurde bereits gezeigt, wie man den Betrag von s durch Drehen der Platte um eine verticale Axe möglichst reduciren kann. In der Praxis stellt sich also die Sache so, dass man von einer Berechnung des Ausdrucks $t'\,\Delta^2{}_{\alpha}\delta$ in $\mathfrak{d}\delta$ im Allgemeinen absehen kann, dass man sich darauf beschränken wird, den Werth von s möglichst klein zu machen, um auch t' klein zu erhalten, und dass man nur die Grössenordnung von t' prüfen wird durch Ablesungen des Declinationskreises für die Hauptsterne.

Es handelt sich nun weiter um die Bestimmung von s und s'. Diese Grössen wird man leicht durch die Gleichungen (22) aus 4 weiteren Hauptsternen erhalten, deren Lage möglichst folgenden Bedingungen entspricht: Es sei $|\Delta a|$ ein möglichst grosser (so weit es die Abbildungsverhältnisse des Objectivs gestatten) Werth von Δa; $\Delta\delta_n$ ein möglichst grosser positiver, $\Delta\delta_s$ ein möglicht grosser negativer Werth von $\Delta\delta$. Dann wähle man die vier Sterne so in den Ecken der Platte, dass Δa für sie seinem absoluten Betrage nach stets möglichst gleich $|\Delta a|$ sei, ferner dass zwei nördlich der Mitte gelegene Sterne $\Delta\delta = \Delta\delta_n$, zwei südliche Sterne $\Delta\delta = \Delta\delta_s$ besitzen. Sind die Bedingungen streng erfüllt, so findet sich:

$$s = -\frac{(a_1 - a_1') - (a_2 - a_2') - (a_3 - a_3') + (a_4 - a_4')}{2\,\Delta a\,(\Delta\delta_n + \Delta\delta_s)}$$

wenn man hierin unter Δa, $\Delta\delta$ nur ihre absoluten Beträge versteht, und wenn den Sternen I .. IV folgende Coordinatenvorzeichen entsprechen:

	✱ I	✱ II	✱ III	✱ IV
Δa	−	+	−	+
$\Delta\delta$	+	+	−	−

Auch hier ist ohne weiteres klar, dass man s aus den genauen Ablesungen des Stundenkreises mit der für die Zone genügenden Genauigkeit bestimmen kann. Was s' angeht, so fällt hier die für t' bestehende Schwierigkeit aus folgendem Grunde fort. In s' treten nur die Differenzen $\delta_2' - \delta_1'$ und $\delta_4' - \delta_3'$ auf. Man kann in diesem Falle also die Bestimmung von k ganz umgehen, wenn man das Instrument für die Messung des nördlichen bezw. südlichen Sternpaares auf die mittlere Declination des Paares klemmt und $\delta_2' - \delta_1'$ bezw. $\delta_4' - \delta_3'$ mikrometrisch bestimmt. Die Ablesung des Kreises wird dann ganz herausfallen. Zur hinreichend genauen Bestimmung dieser Differenzen aus den Mikrometerablesungen werden aber stets die nöthigen Hilfsmittel vorhanden sein.

Die in dem Vorhergehenden dargelegte Art der Bestimmung von q, t, s, t', s' zur Berechnung von $\mathfrak{d}a$ und $\mathfrak{d}\delta$ geht bis jetzt davon aus, dass die ausgesprochenen Bedingungen für die Lage der Hauptsterne streng erfüllt sind, was in praxi natürlich eigentlich nie zu erreichen sein wird. Man wird aber in jedem Falle sich leicht die Correctionsglieder berechnen können, die durch die Abweichungen von den Bedingungen entstehen. Man braucht nur zu den bisherigen 7 Hauptsternen noch zwei weitere hinzuziehen, für welche $\Delta\delta = 0$ und Δa möglichst gross positiv bezw. negativ ist. Diese weiteren zwei Sterne werden mit demjenigen Hauptstern zusammen, welcher dem Plattenmittelpunct

($\varDelta a = 0$, $\varDelta\delta = 0$) möglichst nahe liegt, eine für die Berechnung der Correctionsglieder genügend genaue Bestimmung von p und r ergeben, worauf hier gar nicht erst weiter einzugehen nöthig ist.

Das Resultat der Betrachtungen ist also: Man suche sich 9 Hauptsterne aus, die thunlichst folgende Coordinaten haben:

* II	* A	* I
* D	* B	* E
* IV	* C	* III

$+\varDelta a$ $+\varDelta\delta_n$	0 $+\varDelta\delta_n$	$-\varDelta a$ $+\varDelta\delta_n$
$+\varDelta a$ 0	0 0	$-\varDelta a$ 0
$+\varDelta a$ $-\varDelta\delta_s$	0 $-\varDelta\delta_s$	$-\varDelta a$ $-\varDelta\delta_s$

wenn man unter $\varDelta a$, $\varDelta\delta$ ihre absoluten Beträge versteht, und wenn $\varDelta a$, $\varDelta\delta$ thunlichst grosse Werthe darstellen. Die Sterne A, B, C, D, E beobachte man in der optischen Axe des Fernrohrs unter Ablesung des Rectascensions- und Declinationskreises; die Sterne (I), (II) und (III), (IV) messe man hingegen in Declination mikrometrisch aus, unter gleichzeitiger Ablesung des Stundenkreises. Aus den Sternen B, D, E bestimme man k, p und r. Aus den Sternen A, B, C bestimme man unter Berücksichtigung dieser letzteren Werthe die Constanten q und t, aus den Sternen I, II, III, IV aber die Constanten s und s'. Ausserdem überzeuge man sich aus den Declinationskreisablesungen für die Sterne A, B und C, dass t' klein ist. Dann berechne man δa und $\delta\delta$ und reducire die Zonenbeobachtungen mit Hilfe der Bedingungsgleichungen (56).

Es liegt hier die Frage nahe, ob man nicht einfacher zum Ziele kommen würde, wenn man überhaupt alle 12 Unbekannten der Gleichungen (22) aus 6 dazu hinreichenden Hauptsternen von geeigneter Lage bestimmen würde. Für die Declinationen kann diese Frage dahin beantwortet werden, dass man zu dieser Methode eines bis auf eine Bogensecunde genau ablesbaren Declinationskreises bedürfte, und dass man, selbst wenn ein solcher vorhanden wäre, doch immer noch eine Ausgleichung wegen des Fehlers im Schraubenwerth der Zonenmessung auszuführen hätte, solange man von einem Mikrometer überhaupt Anwendung macht. Es erscheint aber überhaupt bei Anwendung eines photographischen Objectivs, welches ein grosses Abbildungsfeld liefert, besonders wünschenswerth, die unbekannten Objecte an nahe liegende anzuschliessen, um den Distorsionsfehlern besser Rechnung tragen zu können. Deshalb wird man sicher gut thun, die Coefficienten aller derjenigen Glieder, welche erhebliche Beträge annehmen können, überhaupt nur aus Sternen der Zone selbst zu bestimmen.

Nachdem nunmehr auseinandergesetzt worden ist, in welcher Weise sich die Reduction der Messungen am geeignetsten gestaltet, handelt es sich jetzt nur noch darum zu zeigen, in welcher Weise die Orientirung der Platte gegenüber dem Messapparat überhaupt vorzunehmen ist, um möglichst kleine Coefficienten in den Correctionsgliedern zu erhalten. Dass alle Unbekannte der Gleichungen (22) gleichzeitig Null werden, ist in Folge der complicirten Art der Zusammensetzung der Coefficienten (23) bis (33) unter gewöhnlichen Verhältnissen überhaupt nicht möglich. Es kann sich also in der That nur darum handeln, ihre Beträge möglichst herabzumindern. In diesem Bestreben kann man aber naturgemäss nur durch Annäherung zum Ziele kommen, da jede Operation, welche man vornimmt, immer mehrere Coefficienten gleichzeitig beeinflusst, wie dies aus den angezogenen Ausdrücken deutlich hervorgeht.

Das Erste, was man für die Justirung der Platte zu thun haben wird, muss das Aussuchen geeigneter Hauptsterne sein, welche ausser zur Bestimmung der Constanten vor allem auch zur Justirung der Platte benutzt werden können. Diese Hauptsterne wird man dann auf die Epoche reduciren, auf welche alle Messungen bezogen sein sollen.

Jetzt wird man zuerst eine rohe Justirung der Platte vornehmen. Man wird den Declinationskreis auf die Declination des mittleren Hauptsternes B, corrigirt um den Indexfehler B'' und das Glied $\frac{\varepsilon}{R}\sin D$, einstellen und den ganzen oberen Theil des Messapparates um die verticale Axe so lange drehen, bis das Fernrohr ungefähr auf die Mitte der Platte gerichtet ist. Hierauf wird man die Platte nahezu in die richtige Entfernung vom Axenschnittpunct bringen, indem man mit Hilfe der Schlittenbewegung des Plattenstativs und eines Masstabs die Brennweite des photographischen Objectivs herstellt. Ist das Instrument schon in Benutzung gewesen, so findet sich der richtige Abstand sehr leicht, indem man nur dafür sorgt, dass die Sterne scharf erscheinen. Hierauf wird man wieder die Drehung um die verticale Axe vornehmen, indem man nun so weit dreht, bis der Hauptstern B auf dem festen Declinationsfaden steht. Hierdurch wird in der Regel noch eine kleine Distanzänderung nothwendig werden, die dann aber meist keine Drehung um die verticale Axe mehr beansprucht. Eine solche Drehung kann aber sehr wohl noch nöthig werden, wenn die Platte in Bezug auf die Orientirung gegen den Parallel noch weit von ihrer richtigen Lage entfernt ist, und sich der Stern B nicht im Drehungsmittelpunct der die Platte tragenden Trommel befindet, wenn also $(\varDelta a)_B$ und $(\varDelta\delta)_B$ noch relativ erhebliche Werthe besitzen. Es ist deshalb gut, diese Justirung auf den Parallel ebenfalls angenähert durchzuführen, ehe man sich der nunmehr erforderlichen Justirung der Senkrechtstellung der Platte zuwendet. Die Orientirung gegen den Parallel geschieht durch Ablesung des Declinationskreises für die Sterne D und E. Durch Drehung der Trommel im Positionswinkel kann man leicht dafür sorgen, dass die am Kreise abgelesene Declinationsdifferenz gleich der für die beiden Sterne vorausberechneten wird. Nach erreichter Uebereinstimmung ist der Einfluss dieser Drehung der Platte auf δ_B' zu prüfen und eventuell durch neue Drehung des Instrumentes um die verticale Axe fortzucorrigiren. Hierauf kann man an die Senkrechtstellung der Platte gehen.

Die Senkrechtstellung der Platte braucht nur mit geringer Genauigkeit zu geschehen, da man nach den früheren Auseinandersetzungen den Punct garnicht kennt, in welchem die Normale vom Axenschnittpunct auf die Platte die letztere treffen soll. Man wird aber von einer mittleren Lage ausgehen müssen, um nicht erst nachträglich aus den quadratischen Gliedern erkennen zu müssen, dass man noch weit von der richtigen Stellung entfernt ist. Diese mittlere Lage ist diejenige, für welche die Normale im Plattenmittelpunct senkrecht steht. Da nun den theoretischen Betrachtungen die Voraussetzung zu Grunde liegt, dass der Plattenmittelpunct nahezu in einer horizontalen Ebene mit dem Axenschnittpunct liegt, so wird man jetzt das Instrument in Rectascension auf eine solche Kreisablesung bringen, dass das Fernrohr horizontal steht, und mit Hilfe der drei Fussschrauben des Plattenstativs bewirken, dass der Plattenmittelpunct auf dem Rectascensionsfaden erscheint. Den Plattenmittelpunct kann man dabei mit genügender Genauigkeit durch ein Fadenkreuz bequem markiren, welches auf einen Rahmen aufgespannt ist, der seinerseits vor die Platte gehängt wird. Zur Senkrechtstellung der Platte wird man jetzt dieselbe noch einmal aus dem Plattenstativ herausnehmen und an ihre Stelle einen planen Spiegel einsetzen. Bringt man jetzt sein Auge seitlich neben das Objectiv in gleiche Höhe mit demselben, so muss der horizontale Faden des erwähnten Kreuzes das Spiegelbild des Objectivs halbiren, wenn die optische Axe im Plattenmittelpunct senkrecht steht. Den vorhandenen Fehler kann man beseitigen durch Drehen an der dem Messapparat zugewandten Fussschraube des Plattenstativs. Bringt man sein Auge vertical über oder unter das Objectiv, so muss der verticale Faden das Spiegelbild des Objectivs halbiren. Die Correction geschieht durch eine azimutale Drehung des Plattenstativs. Mit dieser Methode kann man sehr schnell eine vorläufig genügende Senkrechtstellung der Platte erreichen. Wäre man sicher, dass die Normale auf die Platte während der Aufnahme ihren Fusspunct stets sehr nahe am Plattenmittelpunct hat, so würde sich eine genauere Justirung in der Weise empfehlen, dass man durch Aufschrauben eines Rohres eine gut centrirte Correctionslinse vor das Objectiv schaltet, durch welche das Fernrohr auf unendlich eingestellt wird, und dass man in bekannter Weise das Spiegelbild der Ocularfäden beobachtet. Diese Methode ist mehrfach mit gutem Erfolge angewandt worden. Uebrigens wird man bei einem einigermassen horizontirten Schlitten und bei leidlich genauer verticaler Stellung der verticalen Umdrehungsaxe des Messapparates hinsichtlich der Höhencorrection des Plattenmittelpunctes und der oben zuerst genannten Justirung zur Senkrechtstellung nie weit vom Ziel entfernt sein, wenn man schon andere Platten ausgemessen hat. Anders liegt es mit der zweiten Correction zur Senkrechtstellung. Da die Verbindungslinie Plattenmittelpunct—Axenschnittpunct bei verschiedenen Declinationen des ersteren sehr verschiedene Winkel mit der Längsrichtung des Schlittens einschliessen kann, so kann die erforderliche azimutale Drehung des Plattenstativs von Platte zu Platte sehr variabel sein.

Nachdem diese erste rohe Justirung zu Ende geführt ist, wird man bei der jetzt folgenden genaueren Justirung der wieder in das Plattenstativ eingesetzten Platte sicher sein, dass man nur noch relativ geringe Drehungen und Entfernungsänderungen auszuführen hat. Dies ist sehr wichtig, da man infolge dessen weiterhin durch Corrigiren eines der Coefficienten die übrigen nicht mehr um grosse Beträge ändern wird und deshalb mit dem Annäherungsverfahren bald zum Ziel kommen kann.

Die genauere Justirung wird dafür Sorge zu tragen haben, dass die 5 Grössen:

$$[\mathfrak{r}\cos(a-F) - i\cos\psi],\ \frac{\Delta R}{R},\ i\cos\psi,\ i\sin\psi \text{ und } \mathfrak{r}\sin(a-F)$$

klein sind. Ein ganz besonderes Gewicht ist dabei auf $i\cos\psi$ zu legen, um die Form der Declinationsbedingungsgleichungen (56) zu rechtfertigen.

Die Reduction der obigen 5 Grössen geschieht in folgender Weise:

1. $[\mathfrak{r}\cos(A-F) - i\cos\psi.]$ Man stellt zuerst nochmals am Declinationskreis die Declination des Hauptsternes B ($\Delta\alpha$ nahe gleich Null, $\Delta\delta$ nahe gleich Null), verbessert um den Indexfehler B'' und das Glied $\frac{g}{R}\sin\delta_B$, ein und sorgt durch eine kleine, neue Drehung des Messapparates um die verticale Axe für eine möglichst genaue Coincidenz des Sternes B mit dem festen Declinationsfaden. Darauf klemmt man das Instrument definitiv in Bezug auf seine verticale Axe. Dann ist also:

$$\delta_B' = \delta_B - [B'' - \frac{g}{R}\sin\delta_B].$$

Nach (23) ist aber

$$-[\mathfrak{r}\cos(A-F) - i\cos\psi] = k' - [B'' - \frac{g}{R}\sin\delta_B]$$

und nach (22)

$$k' = \delta_B - \delta_B'.$$

Es ergibt sich also für $[\mathfrak{r}\cos(A-F) - i\cos\psi]$ der Werth Null.

2. $\frac{\Delta R}{R}$. Unter Berücksichtigung der letzten Thatsache und Vernachlässigung der Refractions- und Aberrationsglieder ist:

$$p = -\frac{\Delta R}{R}.$$

Die Bestimmung von p gibt also einen Anhalt für die nöthige Entfernungsänderung. Man wird deshalb die Sterne D und E in Rectascension einstellen und dafür sorgen, dass $\alpha_D - \alpha_E = \alpha_D' - \alpha_E'$ wird.

3. Vorläufige Reduction von $i \cos \psi$. Der Ausdruck $i \cos \psi$ kommt ohne Verbindung mit $\tau \cos (A-F)$ nur in s und t' vor. Sind die ersten beiden Reductionen vorgenommen, so ist, wenn man von der Refraction und Aberration absieht:

$$s = - i \cos \psi.$$

Es würde sich also $i \cos \psi$ aus Rectascensionsbeobachtungen der Sterne (I) . . . (IV) sehr genau ergeben. Da aber die Bestimmung von s aus diesen Sternen schon die Kenntniss angenäherter Werthe von p und r verlangt, wenn keine den früher genannten Bedingungen gut entsprechende Sterne zu finden sind, so erscheint es rathsamer, sich über die Grössenordnung von $i \cos \psi$ durch Bestimmung von t' einen Aufschluss zu verschaffen. Hierfür reichen die ungenaueren Declinationskreisablesungen völlig aus. So lange $i \cos \psi$ noch gross ist, werden die in t' enthaltenen Instrumentalfehler und die Refractions- und Aberrationsglieder dagegen vernachlässigt werden können.

Man beobachte also die Sterne A, B, C in Declination, bestimme daraus t' und sorge durch Drehung der Platte um eine verticale Axe dafür, dass t' so klein als möglich werde.

4. Reduction von $i \sin \psi$ und $\tau \sin (A-F)$. Bei negativen Declinationen und bei positiven Declinationen bis zu 50° werden die Coefficienten q und r zusammengenommen über jede dieser beiden Grössen Aufschluss geben. Wächst die Declination über 50° hinaus, so werden jedoch die Coefficienten von $i \sin \psi$ und $\tau \sin (A-F)$ in allen Ausdrücken, in denen sie gemeinsam vorkommen, immer mehr einander gleich, so dass ihre Trennung schliesslich gar nicht mehr möglich ist. In dem einzigen Gliede, in dem $i \sin \psi$ einzeln vorkommt — im Coefficienten s' — nimmt aber der Einfluss von $i \sin \psi$ mit wachsendem D wegen des Factors $\cos D$ ab. Sobald man also nur noch die Summe der Ausdrücke $\tau \sin (A-F)$ und $i \sin \psi$ bestimmen kann statt jedes einzelnen allein, wird auch der Nachtheil, dass $i \sin \psi$ noch gross sein kann, wenn auch $\tau \sin (A-F) + i \sin \psi \sin D$ klein ist, practisch durch den Factor $\cos D$ wieder aufgehoben. Uebrigens bleibt wie für $i \cos \psi$ die Möglichkeit bestehen, weiterhin eine genauere Bestimmung von $i \sin \psi$ aus s' vorzunehmen.

Bei nicht gerade hohen Declinationen wird jedenfalls stets folgender Weg genügen. Man stelle die Sterne A, B, C, D, E in Rectascension ein und bestimme q aus A, B, C und r aus D, B, E. Man ändere den Werth von $\tau \sin (A-F)$, indem man die Platte im Positionswinkel dreht, bis q möglichst klein wird, und ändere $i \sin \psi$, indem man die Platte um eine horizontale Axe kippe, bis r einen möglichst kleinen Werth erhält. Es werden hierbei leicht die Factoren zu berücksichtigen sein, mit denen $\tau \sin (A-F)$ und $i \sin \psi$ in q und r vorkommen. Zugleich ergiebt sich hierbei eine Controle für p, wodurch man auch p auf's Neue ein wenig günstiger gestalten kann, wenn dies nöthig erscheint (cf. frühere Bemerkung über den Einfluss des Plattenkippens auf die Distanz).

5. Definitive Reduction von $i \cos \psi$. Sind p, q, r klein genug erhalten worden, so wird auch t schon einen solchen Werth haben, dass man s' mit Vernachlässigung von t genügend genau berechnen kann. Man beobachte daher jetzt die Sterne (I), (II), (III) und (IV) in Rectascension und leite daraus s ab. Wenn s nicht klein genug ist, so drehe man die Platte noch ein wenig um eine verticale Axe, wie früher angegeben wurde.

6. Definitive Bestimmung von $i \sin \psi$. Mit den letzten Rectascensionseinstellungen der Sterne (I), (II), (III) und (IV) verbinde man mikrometrische Declinationseinstellungen dieser Sterne in der Weise, dass man das Fernrohr einmal auf das Mittel der Declinationen der beiden nördlichen Sterne und das andere Mal der beiden südlichen Sterne klemmt. Die aus diesen Declinationsdifferenzen sich ergebende Bestimmung von s' gibt eine genauere Kenntniss von $i \sin \psi$. Durch eine erneute Kippung der Platte um eine horizontale Axe wird man darauf s' so klein als möglich machen, selbst wenn die durch $i \sin \psi$ beeinflussten linearen Glieder sich dadurch wieder vergrössern.

7. Sind alle diese Operationen ausgeführt, so wird man die Sterne A, B, C, D, E noch einmal in Rectascension einstellen, um sich zu überzeugen, ob keine wesentliche Veränderungen in den Beträgen der Coefficienten, besonders derjenigen der quadratischen Glieder mehr erforderlich sind. Allenfalls ist die ganze Justirung in der beschriebenen Weise noch einmal durchzuführen. Zeigen die Rectascensionen keine grossen Coefficienten mehr, so wird man nunmehr auch in den Declinationen keine grossen Werthe der Coefficienten zu befürchten brauchen.

Den Schluss der Justirung und zugleich den Anfang der Messungen bilden dann die definitiven, in aller möglichen Schärfe ausgeführten Einstellungen aller Hauptsterne in Rectascension und der Sterne (I) bis (IV) mikrometrisch auch in Declination.

III. Die Constanten des Messapparates.

1. Die eigentlichen Instrumentalconstanten.

Wie im vorigen Abschnitt bereits hervorgehoben wurde, sollen die Instrumentalconstanten nicht zur Reduction der Messungen benutzt werden. Die Constanten sind daher nicht regelmässig bestimmt worden, sondern nur vor Beginn der definitiven Messungen und nach Abschluss derselben und nur zu dem Zwecke, ein Urtheil über die Güte der mechanischen Ausführung des Instrumentes zu erhalten. Die Art, wie die Constanten aus geeigneten Beobachtungen in zwei Lagen des Instruments gefunden werden, ist p. 25 mitgetheilt worden. Ebenso ist bereits darauf hingewiesen worden, dass eine genauere Bestimmung der auf den Ablesungen am Declinationskreis beruhenden Grössen B'', $\frac{g}{R}$ und η wegen der Genauigkeitsgrenze dieser Ablesungen sehr schwierig ist. Ich habe mir hierbei in der Weise zu helfen gesucht, dass ich

das anvisirte Sternchen einmal ein wenig rechts und ein anderes Mal ein wenig links vom festen Declinationsfadenpaar einstellte, jedes Mal so, dass am Nonius die genaue Coincidenz zweier Striche beobachtet wurde. Durch mikrometrische Messung des jeweiligen Abstandes des Sterns von dem festen Fadenpaar liess sich unter Anwendung des Schraubenwerthes, der hierfür natürlich nur ganz angenähert bekannt zu sein braucht, die Declinationsablesung etwas genauer erhalten als durch alleinige Benutzung der Nonien. Erwähnt sei auch, dass die Bestimmung der Instrumentalconstanten eine ziemlich umständliche Arbeit ist und jedenfalls nicht während der Plattenmessungen vorgenommen werden kann, wenn nicht die Orientirung zwischen Platte und Instrument vollständig zerstört werden soll; es sei denn, dass man besondere Vorkehrungen dafür träfe, welche aber den Raum um den Apparat herum stark in Anspruch nehmen würden. Besonders mühevoll ist die Bestimmung der Biegungsconstante des Ocularrohrs, weil das Rohr zu diesem Zwecke einmal vertical nach oben und ein anderes Mal vertical nach unten gerichtet sein muss, also Stellungen einnimmt, in denen der Beobachter selbst bei Anwendung eines Prismas nur schwer durch das Ocular beobachten kann. Ebenso ist die Declinationskreisablesung schwierig, wenn derselbe mit seiner Theilung sich nach unten zu befindet. Auch hier hilft die Benutzung eines Prismas bei den Nonienlupen nicht ganz über die Schwierigkeiten der Stellung des Kreises hinweg.

Die in Frage kommenden Instrumentalconstanten sind die folgenden fünf: Die Collimationsfehler ε zwischen Stunden- und Declinationsaxe, c' zwischen Declinations- und optischer Axe, der kürzeste Abstand g zwischen Stunden- und Declinationsaxe, die Biegungsconstante η des Ocularrohrs und der Indexfehler B'' des Declinationskreises. Man wird erwarten können, dass die Fehler c' und B'' ziemlich leicht — durch Temperatureinflüsse und wegen der Befestigungsart des Prismas des gebrochenen Fernrohrs und der Nonien — veränderlich sind. Geringeren Schwankungen sollten die drei übrigen Grössen unterworfen sein. Dies Resultat hat sich auch aus den ausgeführten Bestimmungen ergeben mit Ausnahme für den kürzesten Abstand g zwischen Stunden- und Declinationsaxe. Für $\frac{g}{R}$ ($R = 806.68$ mm) ergaben sich Schwankungen, welche es wünschenswerth erscheinen lassen, die Befestigung der Lagerdeckel der Declinationsaxe einer häufigeren Prüfung zu unterziehen.

Die folgende Tabelle gibt eine Uebersicht über die Resultate der ausgeführten Bestimmungen:

			ε	c'	$\frac{g}{R}$	η	B''
1.	1899	Anfang August . . .	$-0\overset{'}{.}9$	$+1\overset{'}{.}9$	$+2\overset{'}{.}6$	—	$-11\overset{'}{.}3$
2.		Ende August . . .	-0.8	-0.1	-0.5	$+0\overset{'}{.}3$	-1.0
3.		Anfang September . .	$+0.4$	-1.0	$+1.6$	$+0.4$	-1.4
4.		Mitte September . .	$+0.5$	-1.4	$+2.6$	—	$+0.2$
5.	1900	Mitte December . .	$+0.4$	$+0.2$	$+0.5$	$+1.0$	$+2.3$

Die trennenden Striche zwischen zwei Werthen einer Columne bedeuten, dass eine Aenderung der Constanten wissentlich vor sich gegangen ist. So wurden der Collimationsfehler c' und der Indexfehler B'' Mitte August 1899 absichtlich geändert. Zwischen Nr. 2 und 3 wurden verschiedene Versuche am Apparat vorgenommen, welche zweifellos auf die Constanten nicht ohne Einfluss bleiben konnten. Zwischen Nr. 3 und 4 geschah ein Stoss ans Fernrohr, durch den sich c' und B'' geändert haben werden.

Es muss schliesslich noch erwähnt werden, dass die Bestimmungen 1—4 auf einer Reihe von Einzelbestimmungen beruhen, während die letzte Bestimmung Nr. 5 nur einmal ausgeführt wurde. Dies ist für die Beurtheilung der letzten Werthe von $\frac{g}{R}$, η, B'' von Wichtigkeit, da bei ihnen die ungenaue Kreisablesung voll zur Geltung kommt.

Man wird aus der geringen Anzahl der Bestimmungen folgende Schlüsse ziehen dürfen:

1. Die Rechtwinkligkeit der Drehungsaxen und die Biegungsconstante hält sich ziemlich gut constant, weniger gut der kürzeste Abstand zwischen Stunden- und Declinationsaxe. Die mittleren Werthe dieser Grössen sind:

$$\begin{array}{ccc} \varepsilon & \frac{g}{R} & \eta \\ +0\overset{'}{.}4 & +1\overset{'}{.}8 & +0\overset{'}{.}5. \end{array}$$

Dem Werth $\frac{g}{R}$ entspricht ein linearer Abstand zwischen den beiden Drehungsaxen von:

$$g = 0.42 \text{ mm.}$$

Bei Anwendung der Bruce-Teleskop-Platten wäre $\frac{g}{R}$ also ungefähr $0\overset{'}{.}4$.

2. Der Collimationsfehler c' zwischen der Declinations- und optischen Axe und der Indexfehler B'' des Declinationskreises ist nicht unbedeutenden Schwankungen während längerer Messungsreihen unterworfen.

Zum Schluss sei nur noch einmal darauf hingewiesen, dass in B'' der kürzeste Abstand $\frac{l}{R}$ zwischen der Declinations- und optischen Axe enthalten ist, und in c' der kürzeste Abstand zwischen der Stunden- und optischen Axe (cf. p. 24). Die vorhandene Möglichkeit einer geringen Verschiebung der Declinationsaxe in ihrer Längsrichtung könnte daher die Veränderlichkeit von c' leicht verständlich machen.

2. Die Schraubenfehler.

Die beiden ursprünglich vorhandenen, beweglichen Declinationsfäden waren von Sendtner so nahe bei einander aufgespannt worden, dass die Schraube trotz der zweifachen Anzahl der Fäden fast über ihre ganze Länge hin benutzt werden musste. Da dieser Zustand vorerst nicht durch Aufziehen eines weiteren dritten beweglichen Fadens geändert werden sollte, so musste sich die Untersuchung der Schraube auf 18 Revolutionen, nämlich von $3\overset{R}{.}0$ bis $21\overset{R}{.}0$, erstrecken. Es wurden deshalb im December 1898 die periodischen Fehler über diese ganze Strecke hin durch Messung einer Distanz von $0\overset{R}{.}5$ in der üblichen Weise bestimmt, und im Januar und Februar 1899 wurden zur Bestimmung der fortschreitenden Fehler Distanzen von $9\overset{R}{.}0$, $6\overset{R}{.}0$, $3\overset{R}{.}0$ und $2\overset{R}{.}0$ gemessen, indem jedoch bei jeder dieser Messungsreihen der Anfang der Reihe nach auf $3\overset{R}{.}0$, $4\overset{R}{.}0$, $5\overset{R}{.}0$ u. s. w. gelegt wurde. Während der Messungen trat nun leider der Umstand ein, dass der Rectascensionsfaden riss, und dies erforderte natürlich ein Auseinandernehmen des Mikrometers behufs Aufziehen eines neuen Rectascensionsfadens, mit welcher Arbeit das Aufziehen eines neuen geeignet gestellten Declinationsfadens verbunden wurde. Die Schraube musste daher nach Ausführung aller Messungen herausgenommen werden. Dabei stellte es sich heraus, dass das den Schraubengängen anhaftende Oel verhältnissmässig dick und schmutzig war. Die Schraube wurde daher unter Beobachtung aller nöthigen Vorsichtsmassregeln gereinigt und mit frischem Oel versehen, ehe sie wieder in das Mikrometer eingesetzt wurde. Es muss dies besonders hervorgehoben werden, da sich nachher wesentlich andere Werthe für die Schraubenfehler ergeben haben. Die erwähnte Veränderung am Mikrometer wurde Anfang April 1899 vorgenommen. Eine Neubestimmung der Schraubenfehler geschah allerdings erst im April und Mai 1900; aber die Beträge der Veränderungen der Schraubenfehler sind doch von solcher Grösse, dass sie nicht als zeitlich fortschreitende Aenderungen durch Benutzung der Schraube aufgefasst werden können, wie man solche schon mehrfach constatirt hat. Die Art der Veränderung lässt sich dahin zusammenfassen: Die Coefficienten des cos u-Gliedes haben sich in allen 4 Abschnitten um $+0\overset{R}{.}0047$ geändert und die Coefficienten des sin u-Gliedes um $+0\overset{R}{.}0011$. Die fortschreitenden Fehler, welche sich aus der ersten Messungsreihe als recht erheblich ergaben und einen durch eine Curve zweiten Grades gut darstellbaren (cf. Tabelle unter No. 6 p. 45) Verlauf zeigten, sind fast ganz verschwunden. Dieses Resultat erscheint dem Verfasser als in gutem Einklang mit dem erwähnten Sachbefund des verdickten Oeles zu stehen und dürfte als ein characteristisches Beispiel für die mögliche Einwirkung des Oeles auf die Schraubenfehler betrachtet werden können. Jedenfalls wird es gerechtfertigt sein, die Schraubenfehler, welche sich aus der Bestimmung vor Reinigung der Schraube ergaben, nicht zur Reduction der späteren Messungen zu benutzen. Thatsächlich sind die Reductionen der vorliegenden Nebelmessungen auch unter ausschliesslicher Benutzung der neueren Bestimmungen vom April und Mai 1900 durchgeführt worden.

In einer gewissen Weise fussen jedoch die neueren Messungen zur Bestimmung der periodischen Fehler auf den Erfahrungen aus der ersten Messungsreihe. Die erste Messungsreihe hatte gezeigt, dass man die periodischen Fehler nicht über die ganze Schraubenlänge der durchgemessenen 18 Revolutionen als constant annehmen darf. Es war vielmehr nöthig, folgende 4 Hauptabschnitte zusammenzufassen: von $3\overset{R}{.}0$—$7\overset{R}{.}0$, von $7\overset{R}{.}0$—$11\overset{R}{.}0$, von $11\overset{R}{.}0$—$15\overset{R}{.}0$ und von $15\overset{R}{.}0$—$19\overset{R}{.}0$ (die letzten beiden Revolutionen von $19\overset{R}{.}0$—$21\overset{R}{.}0$ wurden wegen des nachträglich aufgezogenen dritten beweglichen Fadens nicht weiter berücksichtigt). Innerhalb dieser einzelnen Abschnitte zeigten die periodischen Fehler einen gut übereinstimmenden Verlauf. Unter der Voraussetzung, dass die Zusammenfassung in diese 4 Abschnitte auch nach der Reinigung der Schraube erlaubt sein würde, wurde daher bei der Neubestimmung der periodischen Fehler aus jedem dieser Abschnitte eine Revolution herausgewählt und diese speciell untersucht. Die Berechtigung dieses Modus wurde jedoch durch die Ausmessung eines $0\overset{R}{.}5$ Intervalles durch alle 4 Revolutionen des ersten Abschnittes hindurch und eines $0\overset{R}{.}25$ Intervalles durch 2 Revolutionen innerhalb des dritten Abschnittes hindurch besonders erwiesen. Zur Bestimmung der periodischen Fehler aus den 4 ausgewählten Revolutionen wurde bei dieser Neubestimmung das Intervall $0\overset{R}{.}25$ benutzt, um die Coefficienten der cos $2u$ und sin $2u$-Glieder gleich mit genügender Schärfe mitbestimmt zu erhalten. Die $0\overset{R}{.}5$ Messungen des ersten Abschnittes gewährten hierbei gleichzeitig ein Urtheil über die Genauigkeit der Coefficienten der cos u und sin u-Glieder, wie dies in der späteren Uebersicht über die Resultate zu Tage tritt.

Hinsichtlich der neueren Messungen zur Bestimmung der fortschreitenden Fehler ist noch zu bemerken, dass abermals die Distanzen 9^R, 6^R, 3^R und 2^R gemessen wurden, dieses Mal aber nur in der Weise, wie sich die ganze Länge von 18^R durch Multipla der genannten Distanzen zusammensetzen lässt.

Ehe nun die zahlenmässigen Resultate der Messungen gegeben werden, sei noch einiges über die Art der Ausführung der Messungen gesagt. Einige Versuche im December 1898 ergaben, dass die Pointirung kleiner Sternobjecte nicht sicher genug war, um als Grundlage für die Bestimmung dauernd anzuwendender Schraubenfehler zu dienen. Der Verfasser fertigte sich daher von einem Fuess'schen Quadratmillimeter-Gitter auf Glas, welches Herr Professor Valentiner ihm gütigst zur Verfügung stellte, durch doppelten Contactdruck ein photographisches Gitter — schwarze Linien auf hellem Grunde — an und erzielte die nöthige Pointirungsgenauigkeit durch Einstellen von Lichtlinien rechts und links von den Strichen. Zugleich bot dies Gitter auch den Vorzug, dass man beliebige Distanzen bequem darauf zur Verfügung hatte. Die Gitterplatte wurde, wie es früher auch noch mit Sternplatten geschah, in einem auf das Fernrohr eines Theodoliten befestigten Plattenrahmen montirt. Der Theodolit stand auf dem Schlitten des Plattenstatives.

Bei der ersten Messungsreihe stand der Theodolith so, dass die Schlittenrichtung parallel zur Plattenebene war. Auf diese Weise konnte das Intervall zweier vertical stehender Gitterstriche leicht um beliebige Grössen parallel verschoben werden. Zur Verwendung kam dabei das Objectiv II für grosse Brennweiten. Die Entfernung Platte—Axenschnittpunct betrug bei der Bestimmung der periodischen Fehler 214.1 cm und bei der der fortschreitenden 208.9 cm. Der Messapparat selbst befand sich bei dieser ersten Messungsreihe an einem andern Platze im Beobachtungsraum, als später.

Bei der zweiten Messungsreihe im Frühjahr 1900 war diese Aufstellungsart nicht mehr möglich, da der Messapparat inzwischen zu definitiven Messungen benutzt worden war und nicht wieder von seinem Platze entfernt werden sollte. Bei dieser neuen Messungsreihe stand die Gitterplatte also wie jede Sternaufnahme senkrecht zur Schlittenrichtung, und die Verschiebung des Intervalles musste durch Verstellung des Fernrohrs in Declination mit Hilfe der Feinbewegung erfolgen.

Es mögen nun zunächst die Messungen der einzelnen Bestimmungen der periodischen und der fortschreitenden Fehler folgen:

1. Periodische Schraubenfehler. December 1898. Intervall $0^R\!.5$

in Einheiten der 4. Decimale.

Anfang	3.R	4.R	5.R	6.R	7.R	8.R	9.R	10.R	Anfang
$0^R\!.0$	—	−14	+ 3	+ 1	+20	+19	+53	+23	$0^R\!.0$
0.1	−54	−15	+23	− 1	+15	+29	+42	+21	0.1
0.2	−56	−21	−12	−35	+ 7	−16	+29	−13	0.2
0.3	−56	−50	−32	−24	−29	−39	−18	− 3	0.3
0.4	−30	−21	−36	−37	−24	+ 1	−20	−23	0.4
0.5	−13	− 5	−24	− 4	−17	−23	−49	−36	0.5
0.6	+56	− 5	0	+24	−17	−17	−16	−20	0.6
0.7	+49	+32	+29	+20	+13	+ 1	−32	+ 5	0.7
0.8	+40	+64	+24	+40	+16	+21	+17	+34	0.8
0.9	− 6	+38	+24	+17	+16	+20	− 8	+25	0.9
Intervall	0.4885	0.4875	0.4871	0.4882	0.4879	0.4877	0.4879	0.4876	

Anfang	11.R	12.R	13.R	14.R	15.R	16.R	17.R	18.R	Anfang
$0^R\!.0$	+42	+31	+32	+16	+38	+67	+63	+23	$0^R\!.0$
0.1	+30	+31	+51	+18	+24	+36	+48	+ 8	0.1
0.2	+ 8	+12	+13	+12	+18	+11	−22	+16	0.2
0.3	−28	−12	− 3	−14	− 5	− 6	−10	+ 1	0.3
0.4	−16	−14	−17	− 6	−18	−22	−32	−41	0.4
0.5	−22	−27	−29	−32	−39	−36	−34	−31	0.5
0.6	−43	−24	−51	−42	−19	−37	−34	− 3	0.6
0.7	−11	−33	−31	− 2	−12	−28	−24	− 2	0.7
0.8	+32	+26	+31	+20	− 7	− 5	− 1	+10	0.8
0.9	+12	+11	+ 6	+30	+18	+22	+44	+16	0.9
Intervall	0.4875	0.4879	0.4878	0.4878	0.4875	0.4880	0.4867	0.4879	

Die vorstehende Tafel gibt die Abweichungen jeder Einzelmessung von dem Mittelwerth der 10 Einzelmessungen jeder einzelnen Revolution in dem Sinne Einzelmessung—Mittel.

Jede Einzelmessung ist dabei die Differenz von zwei Mittelwerthen aus je 4 Einstellungen auf den folgenden und auf den vorangehenden Gitterstrich. Da jede Einstellung auf einen Strich sich aus zwei Lichtlinieneinstellungen aufbaut, so sind also zur Bildung jedes einzelnen Werthes der obigen Tabelle im Ganzen 16 Pointirungen erforderlich gewesen. Legt man einer einzelnen Lichtlinieneinstellung einen mittleren Fehler von $\pm\, 0^R\!.0030$ bei — welcher Werth sich aus den 160 Einstellungen innerhalb der 8. Revolution ergibt — so findet sich der mittlere Fehler einer der obigen Einzelwerthe zu $\pm\, 0^R\!.0015$. Wenn man nun, wie dies bereits als thatsächlich ausgeführt mitgetheilt wurde, je 4 Revolutionen zu einem Abschnitt zusammenfasst, in dem man über jeden Abschnitt das Mittel der Werthe einer Horizontalreihe bildet, so erhält man folgende übrig bleibende Fehler und folgende Mittelwerthe:

In Einheiten der 4. Decimale.

Anfang	3.R	4.R	5.R	6.R	7.R	8.R	9.R	10.R	11.R	12.R	13.R	14.R	15.R	16.R	17.R	18.R	Mittelwerthe 3.-6.R	7.-10.R	11.-14.R	15.-18.R
$0^R\!.0$	—	−11	+ 6	+ 4	− 9	−10	+24	− 6	+12	+ 1	+ 2	−14	−10	+19	+15	−25	− 3.3	+28.8	+30.2	+47.8
0.1	−42	− 3	+35	+11	−12	+ 2	+15	− 6	− 2	− 2	+18	−14	− 5	+ 7	+19	−21	−11.8	+26.8	+32.5	+29.0
0.2	−25	+10	+19	− 4	+ 5	−18	+27	−15	− 3	+ 1	+ 2	+ 1	+12	+ 5	−28	+10	−31.0	+ 1.8	+11.2	+ 5.8
0.3	−16	−10	+ 8	+16	− 4	−14	+ 7	+12	−14	+ 2	+11	0	0	− 1	− 5	+ 6	−40.5	−24.8	−14.0	− 5.0
0.4	+ 1	+10	− 5	− 6	− 8	+17	− 4	− 7	− 3	− 1	− 4	+ 7	+10	+ 6	− 4	−13	−31.0	−16.5	−13.2	−28.2
0.5	− 2	+ 6	−12	+ 8	+14	+ 8	−18	− 5	+ 6	0	− 2	− 4	− 4	− 1	+ 1	+ 4	−11.5	−31.2	−27.5	−35.0
0.6	+37	−24	−19	+ 5	+ 4	0	0	− 4	− 3	+16	−11	− 2	+ 4	−14	−11	+20	+18.8	−16.5	−40.0	−23.2
0.7	+16	0	− 4	−12	+16	+ 4	−29	+ 8	+ 8	−14	−12	+17	+ 4	−12	− 8	+14	+32.5	− 3.2	−19.2	−16.5
0.8	− 2	+22	−18	− 2	− 6	− 2	− 6	+12	+ 5	− 1	+ 4	− 7	− 6	− 4	0	+11	+42.0	+22.5	+27.2	− 0.8
0.9	−24	+20	+ 6	− 1	+ 3	+ 7	−21	+12	− 3	− 4	− 9	+15	− 7	− 3	+19	− 9	+18.2	+13.2	+14.8	+25.0

Damit diese Art der Zusammenfassung erlaubt sei, muss offenbar für jeden Abschnitt der aus den übrig bleibenden Fehlern berechnete mittlere Fehler einer Einzelmessung $\lesseqgtr$ $0^R.0015$ sein. In der That ergeben sich für diesen mittleren Fehler die Werthe:

3.–6.R	7.–10.R	11.–14.R	15.–18.R
±16.3	±12.4	±8.5	±11.9

Die obige Bedingung ist also nur für den ersten Abschnitt nicht erfüllt. Die Ueberschreitung der Grenze ist aber so gering, dass man die Zusammenfassung der ersten 4 Revolutionen auch noch als zulässig betrachten kann.

Die mittleren Fehler eines der obigen Mittelwerthe ergeben sich aus den genannten mittleren Fehlern zu ±8.2, ±6.2, ±4.2, ±6.0 für die vier Abschnitte der Reihe nach. Die Coefficienten α des Gliedes $\cos u$ und β des Gliedes $\sin u$ finden sich aus den obigen Mittelwerthen zu:

	α	β	$m_{\alpha,\beta}$
3.–6.R	+0R.00008	–0R.00190	±0R.00019
7.–10.	+ 126	– 39	± 15
11.–14.	+ 154	+ 8	± 10
15.–18.	+ 176	+ 10	± 14

2. Bestimmung der periodischen Fehler aus dem Intervall 0R.5 im April 1900

in Einheiten der 4. Decimale.

Anfang	3.R	4.R	5.R	6.R	Mittel	3.R	4.R	5.R	6.R	Anfang
0R.0	+85	+ 82	+100	+102	+92	– 7	–10	+ 8	+10	0R.0
0.1	+39	+ 38	+ 56	+ 77	+52	–13	–14	+ 4	+25	0.1
0.2	+ 1	+ 12	+ 25	+ 25	+16	–15	– 4	+ 9	+ 9	0.2
0.3	–23	– 57	– 28	– 58	–42	+19	–15	+14	–16	0.3
0.4	–59	–104	– 89	– 80	–83	+24	–21	– 6	+ 3	0.4
0.5	–67	– 70	– 92	– 87	–79	+12	+ 9	–13	– 8	0.5
0.6	–37	– 22	– 70	– 74	–51	+14	+29	–19	–23	0.6
0.7	–18	– 37	– 18	– 18	–23	+ 5	–14	+ 5	+ 5	0.7
0.8	+ 6	+ 54	+ 59	+ 39	+40	–34	+14	+19	– 1	0.8
0.9	+69	+104	+ 60	+ 74	+77	– 8	+27	–17	– 3	0.9
Intervall	0.5169	0.5164	0.5176	0.5186	0.5174					

Die Tabelle gibt die einzelnen Abweichungen vom jedesmaligen Mittelwerth der Distanz, das Mittel dieser Abweichungen für die vier Revolutionen und die übrig bleibenden Fehler.

Der mittlere Fehler einer Distanzmessung ergibt sich hier zu ±0R.00154 und der mittlere Fehler eines Mittelwerthes zu ±0R.00077. Die Coefficienten α und β haben hiernach die folgenden Werthe:

	α	β	$\mu_{\alpha,\beta}$
Rev. 3.–6.	+0R.00411	–0R.00050	±0R.00018.

3. Bestimmung der periodischen Fehler aus dem Intervall 0R.25 im Mai 1900

in Einheiten der 4. Decimale.

Anfang	12.R	13.R	4.R	8.R	12/13.R	16.R	Anfang
0R.0	+ 12	+ 11	+23	+36	+ 12	+45	0R.0
0.1	+ 97	+ 73	+43	+66	+ 85	+51	0.1
0.2	+112	+111	+79	+98	+112	+79	0.2
0.3	+ 87	+ 54	+45	+52	+ 70	+70	0.3
0.4	– 31	– 4	–25	– 2	– 18	– 1	0.4
0.5	– 77	– 51	–57	–66	– 64	–47	0.5
0.6	– 57	– 77	–51	–87	– 67	–89	0.6
0.7	– 97	– 50	–37	–48	– 74	–62	0.7
0.8	– 37	– 42	–25	–34	– 40	–35	0.8
0.9	– 13	– 26	+ 5	–12	– 20	–13	0.9
Intervall	0.2273	0.2268	0.2289	0.2268	0.2270	0.2273	

Aus den vorstehenden Abweichungen gegen den jedesmaligen Mittelwerth der Distanz finden sich folgende Werthe für α, β und α', β', die Coefficienten der $\cos 2u$ und $\sin 2u$-Glieder:

	α	β	α'	β'
4.R	+0R.00443	–0R.00010	–0R.00089	+0R.00038
8.	+ 601	+ 44	– 94	+ 26
12., 13.	+ 649	+ 118	– 105	+ 74
16.	+ 579	+ 85	– 60	– 25

4. Bestimmung der fortschreitenden Fehler im Februar 1899.

Abweichungen gegen den jedesmaligen Mittelwerth der Distanz in Einheiten der 4. Decimale (im Sinne Einzelmessung—Mittelwerth).

Distanz $8^R.9933$

Anfang	$0^R.0$	$0^R.2$	$0^R.4$	$0^R.6$	$0^R.8$	Mittel
3^R	+64	+49	+30	+18	+53	+43
4	+47	+42	+ 5	+34	+37	+33
5	+46	+42	+22	−10	+21	+25
6	−20	+29	+27	+14	+ 7	+11
7	+16	+ 2	+33	+ 5	+22	+16
8	+ 1	− 5	− 7	+ 3	+ 1	− 1
9	−21	−41	+ 3	−17	−26	−20
10	−33	− 8	−16	− 8	−40	−21
11	−43	−42	−67	−23	−44	−44
12	−55	−65	−30	−11	−32	−39
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
Interv.	8.9922	8.9922	8.9930	8.9946	8.9946	8.9933

Distanz $5^R.9976$

Anfang	$0^R.0$	$0^R.2$	$0^R.4$	$0^R.6$	$0^R.8$	Mittel
3^R	+45	+83	+51	+18	+ 3	+40
4	+58	+59	+53	+15	+39	+46
5	+51	+47	+14	+20	+26	+32
6	+32	+74	+40	+34	+17	+39
7	+ 3	+12	+19	+ 5	+ 5	+ 9
8	+18	+ 9	+27	+22	+ 7	+17
9	−31	−29	− 5	+ 1	+27	− 7
10	−11	− 6	− 2	−25	+12	− 6
11	−28	−62	−18	−10	−15	−27
12	−13	−47	−46	−24	−27	−31
13	−38	−18	+ 1	−40	−33	−26
14	−61	−44	−42	−10	−33	−38
15	−29	−76	−93	− 8	−30	−47
	5.9939	6.0025	6.0036	5.9963	5.9949	5.9976

Distanz $2^R.9894$

Anfang	$0^R.0$	$0^R.2$	$0^R.4$	$0^R.6$	$0^R.8$	Mittel
3^R	+48	+43	+ 1	+22	+55	+34
4	+38	+25	+ 8	+52	+29	+30
5	+42	+64	+ 7	+ 5	+15	+27
6	+35	+25	+55	+23	+46	+37
7	+40	+46	+57	+13	+43	+34
8	+ 7	+ 6	+48	+66	+15	+28
9	− 1	−12	−28	−15	−18	−15
10	−17	−11	+25	+13	− 5	+ 1
11	+ 5	+ 8	+ 8	+16	+15	+10
12	−14	−38	+ 9	−38	− 2	−17
13	−31	−14	− 7	−21	−17	−18
14	−34	−30	−58	−24	−24	−34
15	−33	+20	−20	+ 2	−18	−10
16	−28	−59	−36	−44	−63	−46
17	−23	−35	−34	−26	−28	−29
18	−38	−35	−41	−39	−36	−38
—	—	—	—	—	—	—
Interv.	2.9880	2.9887	2.9886	2.9901	2.9916	2.9894

Distanz $1^R.9915$

Anfang	$0^R.0$	$0^R.2$	$0^R.4$	$0^R.6$	$0^R.8$	Mittel
3^R	+32	+54	+28	+25	+37	+35
4	+27	+32	+21	+51	+39	+34
5	+32	+30	+19	+11	+15	+21
6	+42	+24	+ 8	+38	+14	+25
7	+39	+24	+12	+ 7	+22	+21
8	+23	+ 8	+29	+20	+27	+22
9	+15	+ 8	− 3	+12	+ 9	+ 8
10	+ 9	− 4	+40	+ 1	+ 3	+10
11	+ 7	−18	+ 8	+15	−18	− 1
12	−37	−29	−11	−18	−17	−22
13	−17	−21	−19	−19	−16	−18
14	−38	− 3	+11	− 3	−22	−11
15	−32	− 3	−18	−16	−37	−21
16	−26	−23	−12	−20	0	−16
17	−29	−20	−19	−32	−19	−24
18	−33	−25	−41	−44	−26	−34
19	−14	−42	−53	−33	−15	−32
	1.9906	1.9913	1.9901	1.9928	1.9926	1.9915

Bezeichnet $\varphi_\varkappa$ bezw. φ_λ den an die Schraubenablesung der $\varkappa^{ten}$ bezw. λ^{ten} Revolution anzubringenden fortschreitenden Schraubenfehler, $l_{\varkappa\lambda}$ die Differenz der Schraubenablesungen bei der Messung einer Distanz $X_{\varkappa-\lambda}$ von $\varkappa-\lambda$ Revolutionen Länge und μ die Anzahl der verschiedenen Revolutionen, von denen aus die Messung der Distanz $X_{\varkappa-\lambda}$ der Reihe nach begonnen wurde, so lauten die Bedingungsgleichungen zur Bestimmung der fortschreitenden Fehler:

$$l_{\varkappa,\lambda} - X_{\varkappa-\lambda} + \varphi_\varkappa - \varphi_\lambda = 0$$

oder wenn man für $X_{\varkappa-\lambda}$ den angenäherten Werth $\frac{1}{\mu}\, \Sigma l_{\varkappa,\lambda}$ einführt, und

$$\frac{1}{\mu}\, \Sigma l_{\varkappa,\lambda} - l_{\varkappa,\lambda} = n$$

setzt,

$$\varphi_\varkappa - \varphi_\lambda - \Delta X_{\varkappa-\lambda} - n = 0.$$

Die vier durchgemessenen Distanzen von 9^R, 6^R, 3^R und 2^R ergeben zusammen 56 solche Bedingungsgleichungen mit insgesammt 21 Unbekannten, nämlich den 17 Fehlerwerthen: $\varphi_4, \varphi_5 \ldots\ldots \varphi_{20}$ und den 4 Fehlern in den Distanzen: ΔX_9, ΔX_6, ΔX_3 und ΔX_2, wenn man $\varphi_3 = \varphi_{21} = 0$ wählt. Das Resultat der Auflösung dieser 56 Gleichungen nach der Methode der kleinsten Quadrate ist in der unten folgenden Zusammenstellung gegeben, in welcher als Einheit, der Bequemlichkeit der Rechnung halber, $0^R.0040$ gewählt ist. Die Einheit entspricht übrigens bei den Voigtländer-Platten wegen des später sich ergebenden Schraubenwerthes sehr nahe 1″, so dass die folgende Zusammenstellung sogleich ein Urtheil über die Grösse der Beeinflussung der Winkelmessungen durch die fortschreitenden Fehler gestattet. Die

Zusammenstellung gibt ausserdem die Werthe der n und der übrig bleibenden Fehler v ebenfalls in der Einheit von $0^{R}.0040$.

	$9.^{R}$		$6.^{R}$		$3.^{R}$		$2.^{R}$	
λ	n	v	n	v	n	v	n	v
3	−1.07	+0.30	−1.00	+0.30	−0.84	−0.23	−0.88	−0.34
4	−0.82	+0.34	−1.14	+0.02	−0.76	−0.02	−0.85	−0.34
5	−0.63	+0.14	−0.79	+0.01	−0.66	−0.26	−0.54	−0.22
6	−0.28	+0.16	−0.98	−0.24	−0.92	−0.18	−0.63	−0.31
7	−0.39	−0.04	−0.22	+0.18	−0.84	−0.37	−0.52	−0.01
8	+0.04	−0.12	−0.42	−0.06	−0.71	−0.26	−0.54	−0.14
9	+0.51	−0.01	+0.18	−0.14	+0.37	+0.42	−0.20	−0.16
10	+0.52	−0.31	+0.16	+0.02	−0.02	−0.04	−0.24	−0.15
11	+1.10	−0.10	+0.66	+0.04	−0.26	−0.30	+0.03	−0.04
12	+0.96	−0.46	+0.78	+0.19	+0.42	+0.10	+0.56	+0.50
13			+0.64	−0.18	+0.45	+0.38	+0.46	+0.25
14			+0.95	−0.22	+0.85	+0.32	+0.28	+0.18
15			+1.18	+0.06	+0.24	+0.02	+0.53	+0.26
16					+1.15	+0.45	+0.40	+0.04
17					+0.73	+0.14	+0.60	+0.33
18					+0.94	+0.09	+0.84	+0.20
19							+0.80	+0.29

$\varkappa$	$\varphi_\varkappa$	$\varkappa$	$\varphi_\varkappa$
3.4	0.00	21.4	0.00
4.4	+0.11	20.4	+0.20
5.4	+0.54	19.4	+0.52
6.4	+0.61	18.4	+0.85
7.4	+0.85	17.4	+0.80
8.4	+0.93	16.4	+1.22
9.4	+1.35	15.4	+1.07
10.4	+1.32	14.4	+1.33
11.4	+1.38	13.4	+1.29
12.4	+1.40	12.4	+1.40

$\Delta X_9 = +0.03$
$\Delta X_6 = +0.04$
$\Delta X_3 = 0.00$
$\Delta X_2 = -0.01$

Der mittlere Fehler der Gewichtseinheit ergab sich zu ±0.30, der mittlere Fehler eines Schraubenfehlers $\varphi_\varkappa$ zu ±0.19, wozu allerdings zu bemerken ist, dass bei der Berechnung des letzteren Werthes die nur in erster Annäherung richtige Voraussetzung gemacht worden ist, dass sämmtliche $\varphi_\varkappa$ mit gleicher Genauigkeit bestimmt wurden.

5. Bestimmung der fortschreitenden Fehler im Mai 1900.

Abweichungen von dem Mittelwerth der Distanz in Einheiten der 4. Decimale.

Distanz 8.7448

Anfang	$0^R.0$	$0^R.2$	$0^R.4$	$0^R.6$	$0^R.8$	Mittel	Resultat
$3^R.0$	+73	−38	−89	−29	+105	+4	$\varphi_{12.4} = -0^R.0004$
12.0	+12	+ 3	−88	−37	+ 88	−4	

Distanz 5.8290

Anfang	$0^R.0$	$0^R.2$	$0^R.4$	$0^R.6$	$0^R.8$	Mittel	Resultat
$3^R.0$	+35	−66	−44	− 8	+66	−3	$\varphi_{9.4} = +0^R.0003$
9.0	−12	+19	−97	− 2	+65	−5	$\varphi_{15.4} = +0.0008$
15.0	+46	−19	−49	−13	+75	+8	

Distanz 2.9368

Anfang	$0^R.0$	$0^R.2$	$0^R.4$	$0^R.6$	$0^R.8$	Mittel	Resultat
$3^R.0$	−13	−23	− 3	+19	+22	0	$\varphi_{6.4} = \pm 0^R.0000$
6.0	−11	−30	−69	+38	+23	−10	$\varphi_{9.4} = +0.0010$
9.0	+ 8	0	0	− 8	+14	+ 3	$\varphi_{12.4} = +0.0006$
12.0	− 5	+16	−29	+14	+53	+10	$\varphi_{15.4} = -0.0005$
15.0	+12	− 3	−32	+ 3	+21	0	$\varphi_{18.4} = -0.0005$
18.0	0	− 5	−11	−22	+12	− 5	

Distanz 1.8901

Anfang	$0^R.0$	$0^R.2$	$0^R.4$	$0^R.6$	$0^R.8$	Mittel	Resultat
$3^R.0$	−40	−59	+ 2	+18	−18	−19	$\varphi_{5.4} = +0^R.0020$
5.0	+20	−39	−16	+ 8	+46	+ 4	$\varphi_{7.4} = +0.0017$
7.0	+23	−28	−63	+21	+68	+ 4	$\varphi_{9.4} = +0.0012$
9.0	+34	−24	−18	− 3	+16	+ 1	$\varphi_{11.4} = +0.0012$
11.0	+24	−30	−42	+ 3	+38	− 1	$\varphi_{13.4} = +0.0014$
13.0	+14	+31	−12	−11	+ 9	+ 6	$\varphi_{15.4} = +0.0007$
15.0	− 7	+ 4	− 8	+34	+39	+12	$\varphi_{17.4} = -0.0005$
17.0	+11	−39	−10	+29	+ 8	0	$\varphi_{19.4} = -0.0004$
19.0	+27	−26	−12	−28	+22	− 3	

Bei der Messung der ersten drei Distanzen wurde das bereits erwähnte Gitter benutzt, während bei der Ausmessung der letzten Distanz auf zwei kleine Sternchen einer Himmelsaufnahme pointirt wurde.

6. Zusammenstellung der Resultate aus den einzelnen Beobachtungsreihen.

Periodische Fehler.

Coeffic.	$3.-6.^R$	$7.-10.^R$	$11.-14.^R$	$15.-18.^R$	
von $\cos u$	$+0^R.0001$	$+0^R.0013$	$+0^R.0015$	$+0^R.0018$	Alte Bestimmung aus $0^R.5$ Distanz
	+0.0044	+0.0060	+0.0065	+0.0058	Neue » » 0.25 »
	+0.0041				» » » 0.5 »
von $\sin u$	−0.0019	−0.0004	+0.0001	+0.0001	Alte Bestimmung aus $0^R.5$ Distanz
	−0.0001	+0.0004	+0.0012	+0.0009	Neue » » 0.25 »
	−0.0005				» » » 0.5 »
von $\cos 2u$	(−0.0026)				Alte Bestimmung aus $0^R.5$ Distanz
	−0.0009	−0.0009	−0.0010	−0.0006	Neue » » 0.25 »
von $\sin 2u$	(−0.0023)				Alte Bestimmung aus $0^R.5$ Distanz
	+0.0004	+0.0003	+0.0007	−0.0002	Neue » » 0.25 »

Fortschreitende Fehler.

	Alte Bestimmung		Neue Bestimmung					
	Ausgleich.	Kurve	aus 2^R	aus 3^R	aus 6^R	aus 9^R	Mittel	Mittel
$\varphi_{3.4}$	$\pm 0^R.0000$	$\pm 0^R.0000$	$\pm 0^R.0000$				$\pm 0^R.0000$	$\pm 0''.0$
4.4	+0.0004	+0.0009						
5.4	+0.0022	+0.0018	+0.0020				+0.0020	+0.5
6.4	+0.0024	+0.0027		$\pm 0^R.0000$			±0.0000	±0.0
7.4	+0.0034	+0.0035	+0.0017				+0.0017	+0.4
8.4	+0.0037	+0.0042						
9.4	+0.0054	+0.0048	+0.0012	+0.0010	$+0^R.0003$		+0.0008	+0.2
10.4	+0.0053	+0.0053						
11.4	+0.0055	+0.0055	+0.0012				+0.0012	+0.3
12.4	+0.0056	+0.0056		+0.0006		$-0^R.0004$	+0.0001	±0.0
13.4	+0.0052	+0.0055	+0.0014				+0.0014	+0.3
14.4	+0.0053	+0.0053						
15.4	+0.0043	+0.0049	+0.0007	−0.0005	+0.0008		+0.0003	+0.1
16.4	+0.0049	+0.0043						
17.4	+0.0032	+0.0037	−0.0005				−0.0005	−0.2
18.4	+0.0034	+0.0029		−0.0005			−0.0005	−0.2
19.4	+0.0020	+0.0021	−0.0004				−0.0004	−0.1
20.4	+0.0008	+0.0010						
21.4	±0.0000	±0.0000	±0.0000				±0.0000	+0.0

Aus der vorstehenden Zusammenstellung ist zunächst die zwischen den beiden Bestimmungen eingetretene starke Veränderung sowohl der periodischen als auch der fortschreitenden Schraubenfehler deutlich ersichtlich. Dass die Unterschiede reell sind, lehrt ein Blick auf die Zahlenwerthe selbst. Der Coefficient von $\cos u$ ist um $0^R.0043$, $0^R.0047$, $0^R.0050$, $0^R.0040$, der Coefficient von $\sin u$ ist um $0^R.0018$, $0^R.0008$, $0^R.0011$, $0^R.0008$ in den 4 Abschnitten der Schraube grösser geworden, während die mittleren Fehler der beiden Coefficienten zwischen $0^R.0001$ und $0^R.0002$ liegen. Bei den fortschreitenden Fehlern betrug der mittlere Fehler $0^R.0008$, während sich die Unterschiede zwischen den beiden Bestimmungen bis zu $0^R.0055$ steigern.

Wann und wie die Veränderung der Schraubenfehler wahrscheinlich vor sich gegangen sein wird, ist bereits erwähnt worden. Nach Massgabe der genannten Thatsachen konnte deshalb kein Zweifel darüber obwalten, dass die Reduction der vorliegenden Nebelmessungen, welche ausnahmslos nach Reinigung der Schraube ausgeführt wurden, unter Zugrundelegung der neuen Schraubenfehler geschehen musste. Für die periodischen Fehler wurden daher zunächst den 4 Schraubenabschnitten entsprechend 4 Curven für $\varphi(u) = \alpha' \cos u + \beta' \sin u + \alpha'' \cos 2u + \beta'' \sin 2u$ berechnet und auf Millimeterpapier gezeichnet unter Annahme der neuen Werthe für die Coefficienten (wobei für den ersten Abschnitt die sich aus den Intervallen $0^R.5$ und $0^R.25$ ergebenden Werthe der Coefficienten α' und β' mit den Gewichten 2 und 1 zusammengefasst wurden). Aus diesen Kurven wurde dann die folgende Reductionstabelle abgeleitet, welche die Befreiung der Beobachtungen von den periodischen Fehlern bequem auszuführen gestattete. Die Tafel gibt in der ersten Columne die an die Schraubenablesung anzubringende Correction ausgedrückt in partes d. i. in der Einheit, in welcher die Ablesungen gemacht werden. Die Columne 2 bis 5 geben für die 4 Schraubenabschnitte die Grenzwerthe des Argumentes, für welche die betreffende Correction gilt, und zwar ist die obere Grenze jedes Mal auf die gleiche Horizontalreihe mit der für das Intervall geltenden Correction gesetzt, so dass man stets denjenigen Correctionswerth

zu nehmen hat, welcher dem der wirklichen Ablesung nächsthöheren Grenzwerthe entspricht. Die letzte Columne gibt schliesslich den Correctionsbetrag in Bogensecunden, um den Einfluss der Schraubenfehler auf die Messungen bei Voigtländer-Platten sogleich abschätzen zu können.

Tafel der an die Schraubenablesungen anzubringenden Correctionen.

1 Rev. = 30 partes
1 pars = $7''.69$.

(mittlerer Schraubenwerth für Platten, die mit dem Portraitobjectiv Voigtländer I aufgenommen sind).

Corr. in partes	$3.-6.^{R}$	$7.-10.^{R}$	$11.-14.^{R}$	$15.-18.^{R}$	Corr. in Bogensec.
			bis		
$+0^{p}.17$	—	—	$0^{p}.75$	—	$+1''.31$
18	—	—	1.50	—	1.39
19	—	—	3.40	—	1.46
18	—	—	4.50	—	1.39
17	—	bis	4.80	—	1.31
15	—	$0^{p}.60$	—	bis	1.15
16	—	2.55	5.20	$1^{p}.65$	1.23
+0.15	—	3.60	5.50	2.90	+1.15
14	—	4.30	5.90	3.66	1.08
13	—	4.80	6.20	4.40	1.00
12	—	5.15	6.40	4.88	0.92
11	bis	5.55	6.60	5.35	0.85
+0.10	$4^{p}.00$	5.95	6.85	5.80	+0.77
09	4.80	6.25	7.10	6.18	0.69
08	5.40	6.50	7.30	6.50	0.62
07	5.95	6.80	7.50	6.85	0.54
06	6.30	7.08	7.70	7.15	0.46
+0.05	6.66	7.35	7.90	7.50	+0.38
04	7.00	7.60	8.10	7.80	0.31
03	7.35	7.85	8.30	8.08	0.23
02	7.65	8.06	8.50	8.35	0.15
01	7.95	8.30	8.60	8.62	0.08
−0.00	8.25	8.52	8.80	8.90	−0.00
01	8.55	8.75	9.00	9.18	0.08
02	8.86	8.98	9.20	9.40	0.15
03	9.15	9.20	9.40	9.67	0.23
04	9.40	9.40	9.58	9.90	0.31
−0.05	9.70	9.60	9.76	10.15	−0.38
06	10.00	9.85	9.95	10.40	0.46
07	10.27	10.06	10.12	10.68	0.54
08	10.55	10.28	10.31	10.94	0.62
09	10.90	10.49	10.49	11.20	0.69
−0.10	11.22	10.75	10.70	11.46	−0.77
11	11.55	11.00	10.90	11.72	0.85
12	11.90	11.25	11.12	12.00	0.92
13	12.48	11.50	11.35	12.35	1.00
14	13.08	11.75	11.56	12.70	1.08
−0.15	14.65	11.98	11.80	13.05	−1.15
16	15.06	12.38	12.00	13.42	1.23
17	—	12.75	12.35	13.95	1.31
18	—	13.12	12.68	14.58	1.39
19	—	13.50	13.02	16.95	1.46
−0.20	—	14.77	13.36	—	−1.54

Corr. in partes	$3.-6.^{R}$	$7.-10.^{R}$	$11.-14.^{R}$	$15.-18.^{R}$	Corr. in Bogensec.
		bis	bis	bis	
$-0^{p}.19$	—	$13^{p}.50$	$13^{p}.02$	$16^{p}.95$	$-1''.46$
0.20	—	14.77	13.36	—	1.54
21	—	15.18	13.97	—	1.62
22	—	—	16.00	—	1.69
21	—	—	16.68	—	1.62
−0.20	—	16.20	17.04	—	−1.54
19	—	16.78	17.40	—	1.46
18	—	17.15	17.76	17.56	1.39
17	—	17.55	18.08	18.08	1.31
16	$15^{p}.06$	17.95	18.38	18.45	1.23
−0.15	15.84	18.20	18.62	18.78	−1.15
14	16.55	18.50	18.91	19.10	1.08
13	16.98	18.78	19.19	19.45	1.00
12	17.39	19.05	19.48	19.75	0.92
11	17.80	19.30	19.75	20.00	0.85
−0.10	18.15	19.60	20.00	20.28	−0.77
09	18.48	19.85	20.26	20.57	0.69
08	18.78	20.10	20.50	20.85	0.62
07	19.08	20.35	20.80	21.10	0.54
06	19.40	20.60	21.05	21.35	0.46
−0.05	19.72	20.85	21.35	21.60	−0.38
04	20.05	21.10	21.63	21.86	0.31
03	20.38	21.40	21.94	22.10	0.23
02	20.70	21.67	22.22	22.36	0.15
01	21.05	21.95	22.50	22.60	0.08
+0.00	21.46	22.22	22.87	22.88	+0.00
01	21.85	22.50	23.20	23.18	0.08
02	22.25	22.85	23.55	23.45	0.15
03	22.67	23.16	23.88	23.71	0.23
04	23.20	23.50	24.26	24.00	0.31
+0.05	23.72	23.84	25.09	24.31	+0.38
06	24.46	24.20	25.50	24.64	0.46
07	25.30	24.61	25.95	24.95	0.54
08	26.58	25.05	26.40	25.25	0.62
09	28.40	25.48	26.88	25.60	0.69
+0.10	4.00	26.07	27.36	26.06	+0.77
11	—	26.68	27.85	26.51	0.85
12	—	27.36	28.35	26.98	0.92
13	—	28.08	28.88	27.65	1.00
14	—	29.03	29.45	28.37	1.08
+0.15	—	0.60	0.00	29.99	+1.15

Hinsichtlich der fortschreitenden Fehler liegt die Sache wesentlich einfacher. Bedenkt man, dass man die Schraube bei Benutzung der verschiedenen Declinationsfäden nur zwischen den Grenzen $4^R\!.0$ und $16^R\!.0$ zu gebrauchen hat, so kann man wie aus der letzten Columne der Zusammenstellung für die fortschreitenden Fehler unmittelbar hervorgeht, bei den Voigtländer-Platten keinen grösseren Fehler als $0''\!.2$ machen, sobald man überhaupt keine diesbezügliche Correction an die Mikrometerablesungen anbringt. Dieser Betrag liegt also innerhalb der schon früher als für die Voigtländer-Platten zulässig erkannten Grenzen der Unsicherheit. Es ist daher in der That bei der Reduction der vorliegenden Messungen davon Abstand genommen worden, die fortschreitenden Schraubenfehler in Rücksicht zu ziehen.

IV. Die Principien für die Anordnung der Messungen im Allgemeinen.

Für die Art der Anordnung der Messungen kamen naturgemäss die speciellen Verhältnisse in Betracht, welche die einer detaillirten Nebelvermessung unterzogene Platte darbot. Es seien daher zunächst die nöthigen allgemeinen Daten für die dieser Arbeit zu Grunde liegende Platte gegeben.

Die Platte No. 1011 wurde am 15. April 1895 mit 3 Stunden Expositionszeit von Professor Wolf auf seiner Heidelberger Privatsternwarte mit dem Portraitobjectiv Voigtländer I bei Fernr. West aufgenommen. Die Exposition geschah nach Angabe der M.Z. Pendeluhr Lenzkirch von $8^h41^m\!.5$ bis $11^h41^m\!.5$, so dass die Mitte der Exposition unter Berücksichtigung des Uhrstandes von $-0^m\!.5$ auf $10^h11^m\!.0$ M.Z. Heidelberg fällt. Der Barometerstand war 752 mm, das Thermometer zeigte $+10°$ C. Der Stundenwinkel betrug für die Mitte der Exposition $38^m\!.1$ östlich, die Zenithdistanz $40°\!.8$. Als Leitstern wurde

$$20\ \text{Virginis:}\ \alpha_{1900} = 12^h28^m0^s\!.4,\ \ \delta_{1900} = +10°50'\!.3$$

benutzt; es wurde auf das extrafocale Sternscheibchen mit einem Fadenkreuz aus Metallstreifen pointirt. Die benutzte Emulsion war Lumière 8272, das Plattenformat war 13×18 cm. Die Entwicklung geschah mit combinirtem Rodinal-Pyro-Entwickler. Ein Gitter war nicht auf die Platte aufcopirt. An besonderen Merkmalen ist nur zu erwähnen, dass die Schicht um die Stelle $\alpha_{1900} = 12^h24^m$, $\delta_{1900} = +12°\!.6$ herum etwas faltig aussieht.

In erster Linie musste nun die wahrscheinlichste Lage desjenigen Plattenpunctes bestimmt werden, in welchem die vom Objectiv auf die Platte gefällte Normale die Plattenebene während der Aufnahme traf. Es wurden daher die beiden Platten 1011 und 1023 mit einander verglichen, von welchen die erstere bei F.W., die letztere bei F.E. aufgenommen wurde. Bei beiden Platten ergab sich in α eine Gesammtlänge der belichteten Schicht von 170 mm. Bei 1011 lag aber der Leitstern 12 mm nach der folgenden Seite zu von der Mitte dieser 170 mm langen Strecke entfernt, bei 1023 lag der Leitstern um ebensoviel nach der vorangehenden Seite zu. Dies zeigt, dass das photographische Rohr in α nicht parallel zum Leitfernrohr gestanden hat, und dass man die wahrscheinliche Lage des Normalenfusspunctes nicht an dem Orte des Leitsterns zu suchen hat. In Bezug auf die Declination ergab sich in beiden Fällen eine gut centrale Lage der Leitsterne. Unter den obwaltenden Verhältnissen musste die geometrische Mitte des wirklich belichteten Plattenfeldes für den wahrscheinlichsten Ort des Normalenfusspunctes betrachtet werden, dessen Coordinaten hiernach zu

$$\alpha_{1900} = 12^h24^m32^s\!.0,\ \ \delta_{1900} = +10°50'\!.3$$

berechnet wurden unter Zugrundelegung der Brennweite von

$$f = 806.68\ \text{mm}.$$

Aus den späteren Messungen ergab sich jedoch, dass die Senkrechtstellung der Platte in α in Bezug auf diesen geometrischen Mittelpunct doch nicht gut getroffen war, ein Umstand, der die Reductionsarbeit anfänglich wesentlich erschwert hat.

Die zweite wichtige Frage, die zu entscheiden war, betraf die Eintheilung der Platte in Zonen. Hierfür waren natürlich die Grenzen der Platte und die Grösse des Gesichtsfeldes des Messfernrohres massgebend. Die Grenzen der Platte ergeben sich durch Vergleichung mit der B.D. zu

$$\alpha_{1900}:\ 12^h0^m\ \text{bis}\ 12^h49^m$$
$$\delta_{1900}:\ +15°\!.0\ \text{bis}\ +6°\!.8.$$

Die Breite der Platte betrug in δ also $8°\!.2$. Bei dem Durchmesser des Gesichtsfeldes von reichlich $1°\!.4$ würde also eine Eintheilung in 6 Zonen eine völlige Durchmessung der Platte gestattet haben. Es lag dem Verfasser jedoch daran zur Gewinnung eines Urtheils über die Genauigkeit der Anschlüsse eine grössere Reihe von Objecten in verschiedenen Zonen beobachtet zu erhalten. Die Zonen mussten daher übereinander greifen. In der Art, wie dies bei der Durchführung der Messungen geschehen ist, ist der Verfasser aber nicht consequent gewesen. Zu Anfang waren 9 Zonen beabsichtigt mit Berücksichtigung des Gedankens, dass es gut sei, das Gesichtsfeld nicht so weit auszunützen. Später, als aber ein besseres Beobachtungsocular beschafft war, und als sich die Arbeit ohnehin stark häufte, wurde die Anzahl der Zonen auf 7 herabgesetzt, wodurch ein Uebereinandergreifen der Zonen doch noch in ausreichender Weise ermöglicht wurde. Die folgende Tabelle gibt eine Uebersicht über die δ-Coordinaten der Mitten der 7 Zonen:

Zone	δ_{1900}	Diff.
I—Ia	$+7^\circ\ 4'$	
		0°9
II	$+7\ 59$	
		0.9
III	$+8\ 52$	
		1.4
IV	$+10\ 18$	
		1.4
V	$+11\ 41$	
		1.3
VI	$+12\ 59$	
		1.4
VII	$+14\ 20$	

Die dritte wichtige Frage, die vor Beginn der eigentlichen Messungen auftauchte, war, in welcher Weise und nach welchen Sternen die Platte practisch zu justiren sei. Hier muss in erster Linie bemerkt werden, dass der Verfasser ebenfalls nicht consequent vorging und auch nicht vorgehen konnte, da sich erst bei der wirklichen Ausführung der Messungen und ihrer vorläufigen Reduction die eigentlichen practischen Schwierigkeiten herausstellten, welche die Benutzung des parallactischen Messapparates für Aufnahmen mit kurzer Brennweite bietet. Solange der Verfasser annehmen konnte, dass der Normalenfusspunct mit hinreichender Genauigkeit mit dem geometrischen Plattenmittelpunct zusammenfalle, solange musste die Justirungsart eine ganz andere sein, als wenn die völlige Unsicherheit der Lage dieses Fusspunctes erkannt war. Die Gründe hierfür sind im II. Abschnitt dieser Arbeit eingehend auseinandergesetzt. Bei den ersten Versuchen ging der Verfasser von der genannten Voraussetzung aus, und es wurde daher das Augenmerk einzig darauf gelenkt, dass die Coefficienten der linearen Glieder durch die Justirung klein wurden. Hierfür genügte aber die Auswahl von 2 Sternen, die in ungefähr gleicher Declination mit der Plattenmitte in α möglichst weit von einander entfernt lagen, in δ aber möglichst nahe mit einander übereinstimmten. Nach einer ersten rohen Bestimmung des Schraubenwerths für die Declinationsablesungen mussten dann die beobachteten Declinationsdifferenzen sehr bald die Justirung auf den Parallel, die beobachteten Rectascensionsdifferenzen, die Justirung der Distanz Platte—Messapparat ergeben, kurz die Reduction der linearen Glieder überhaupt. Bei der Auswahl dieser beiden Sterne war ein Hauptgewicht darauf zu legen, dass die Distorsion des photographischen Objectivs die Einstellungsgenauigkeit nicht beeinträchtigte, dass die Sterne also nicht zu nahe am Plattenrand lagen, und dass ihre Helligkeit klein genug war, um bei dreistündiger Expositionszeit noch gut einstellbare Bilder zu liefern. Anderseits war auf möglichst grosse Sicherheit der Catalogpositionen Gewicht zu legen. Bei der Auswahl dieser Sterne stellten sich gleich gewisse Schwierigkeiten heraus, auf die in dem Abschnitt über die Vergleichsterne näher eingegangen werden soll. Der Umstand, dass bei Beginn der vorliegenden Messungen der A.G.-Catalog für das Gebiet zwischen $+10^\circ$ und $+15^\circ$ Declination noch nicht fertig gestellt war, war die Veranlassung dazu, dass der Verfasser zwei Sterne wählte, die 1°1 südlich von der Plattenmitte lagen. Zu diesen beiden Sternen wurde ein weiteres Sternpaar in analoger Lage zur Controle mit herangezogen. Für die Zone I und II geschah die Orientirung der Platte mit Hilfe dieser beiden Sternpaare in der bereits angegebenen Weise durch successives, abwechselndes Corrigiren von Plattendistanz und Positionswinkel, bis bei Beginn der Messungen der Zone I folgende Justirungsgenauigkeit erreicht war:

★	α'	α_{1900}	$\alpha'-\alpha_{1900}$
M	$17^h 50^m 34^s.08$	$12^h 15^m 22^s.03$	$-5^h 35^m 12^s.05$
N	18 18 53.47	12 43 41.46	−5 35 12.01
	δ'	δ_{1900}	$\delta'-\delta_{1900}$
M	$+9^\circ 42' 37''.7$	$+9^\circ 43' 49''.7$	$+1' 12''.0$
N	+9 42 54.1	+9 44 7.3	+1 13.3

Trotz der guten Uebereinstimmung von $\alpha'-\alpha_{1900}$ und $\delta'-\delta_{1900}$ für beide Sternpaare zeigten die Messungen der einzelnen Vergleichsterne der Zone I und II so starke Abweichungen in den Differenzwerthen, dass eine wirklich exacte Justirung der Platte offenbar nicht vorhanden sein konnte. Bei der Nachforschung über die Fehler in der Justirung brachte die Entwicklung der Kapteyn'schen Theorie des Messapparates den Aufschluss über die vorhandenen Widersprüche. Die Annahme, dass der Normalenfusspunct thatsächlich in der Nähe der geometrischen Mitte der Platte läge, musste unberechtigt sein; im Gegentheil, man musste die Platte um ein erhebliches gegen ihre bisherige Lage neigen, wenn man die Coefficienten der quadratischen Glieder zum Verschwinden bringen wollte. Dadurch wurde die Justirungsarbeit der Platte allerdings wesentlich umständlicher und zeitraubender. Aber nur wenn man diese Mühe nicht scheute, konnte man erwarten, eine einfache Reductionsarbeit zu erzielen. Handelt es sich um die Aufgabe, auf einer Platte nur wenige relativ nahe bei einander befindliche Objecte an einander anzuschliessen, so wird es stets genügen, die Justirung in der vorhin gegebenen einfachen Art vorzunehmen, wenn man dabei die beiden Justirungssterne hinsichtlich ihrer Lage gegen die auszumessenden Objecte nur geeignet auswählt. Handelt es sich aber darum, auf dem ganzen Areal der Platte Vermessungen vorzunehmen, so wird man nur dann eine leichte und einheitliche Reductionsarbeit erzielen können, wenn man durch Auswahl von netzartig über die Platte vertheilten Sternen eine exacte Justirung der Platte vornimmt. Ueber die Auswahl der hierzu erforderlichen 9 Hauptsterne (cf. p. 30) soll ebenfalls im Abschnitt über die Vergleichsterne berichtet werden. Dagegen soll hier an einem Beispiel gezeigt werden, wie sich die Justirungsarbeit im einzelnen gestaltete.

Nachdem die Justirung der Platte bei Gelegenheit der Astronomenversammlung Anfang August 1900 zerstört worden war, wurde die Orientirung der Platte am 21. August durch die im Nachfolgenden erwähnten Operationen wiederhergestellt. Wie man zu der ersten ganz rohen Justirung gelangt, kann dabei unerörtert bleiben, da dies aus dem II. Abschnitt (p. 36) zur Genüge hervorgeht.

Die fünf kreuzweise liegenden Hauptsterne *A*, *B*, *C*, *D*, *E* ergaben zunächst durch Einstellung auf den festen Declinations- bezw. Rectascensionsfaden die Kreisablesungen: $360-\delta'$ und α', ferner damit die Differenzen $\delta-\delta'$ resp. $\alpha-\alpha'$ gegen die entsprechenden Coordinaten für 1900, sowie die Fehler C' und C als die Abweichungen gegen die für den mittleren Hauptstern *B* geltenden Werthe von $\delta-\delta'$ resp. $\alpha-\alpha'$.

	$360^\circ-\delta'$	δ'	$\delta_{1900}-\delta'$	α'	$\alpha_{1900}-\alpha'$	C'	C
A	345° 12'.0	+14° 48'.0	+0'.5	17h 58m 14s.8	−5h 35m 35s.2	0'.0	+1s.4
B	349 44.3	+10 15.7	+0.5	18 1 5.3	36.6	0.0	0.0
C	353 7.8	+ 6 52.2	+0.5	17 59 53.9	37.1	0.0	−0.5
D	350 26.6	+ 9 33.4	+0.2	18 17 52.6	36.4	−0.3	+0.2
E	350 29.0	+ 9 31.0	+0.8	17 44 20.0	35.8	+0.3	+0.8

Die $\alpha-\alpha'$ von ✱ *B*, *D*, *E* lehren, dass die Platte vor allem um eine horizontale, d. i. einen Stundenkreis darstellende Gerade geneigt werden muss und zwar so, dass die obere d. i. die vorangehende Plattenhälfte sich dem Messapparat nähert, während der untere sich entfernt. Um den Einfluss einer solchen Manipulation recht deutlich zu Tage treten zu lassen, wurde die südliche d. i. die dem Messapparat zugewandte Fussschraube des Plattenstativs um 1^R links herumgedreht. Die Ablesungen waren hierauf:

	$360^\circ-\delta'$	δ'	$\delta_{1900}-\delta'$	α'	$\alpha_{1900}-\alpha'$	C'	C
A	345° 11'.3	+14° 48'.7	−0'.2	17h 58m 7s.6	−5h 35m 28s.0	−0'.7	+1s.9
B	349 44.3	+10 15.7	+0.5	18 0 58.6	29.9	0.0	0.0
C	353 8.5	+ 6 51.5	+1.2	17 59 47.1	30.3	+0.7	−0.4
D	350 26.8	+ 9 33.2	+0.4	18 17 49.3	33.1	−0.1	−3.2
E	350 29.2	+ 9 30.8	+1.0	17 44 11.4	37.2	+0.5	−7.3

Man erkennt hieraus, dass die vorgenommene Operation in der That die Rectascensionsablesungen der vertical angeordneten Sterne *D* und *E* am meisten beeinflusst, dass aber auch alle übrigen Ablesungen in Mitleidenschaft gezogen werden, namentlich die Declinationsablesungen der horizontal angeordneten Sterne *A* und *C*. Es wurde die südliche Fussschraube des Plattenstativs nunmehr um $0^R.9$ rechts herum zurückgedreht, worauf sich folgende Ablesungen ergaben:

	$360^\circ-\delta'$	δ'	$\delta_{1900}-\delta'$	α'	$\alpha_{1900}-\alpha'$	C'	C
A	345° 12'.2	+14° 47'.8	+0'.7	17h 58m 14s.3	−5h 35m 34s.7	+0'.4	+1s.0
B	349 44.1	+10 15.9	+0.3	18 1 4.4	35.7	0.0	0.0
C	353 7.7	+ 6 52.3	+0.4	17 59 53.2	36.4	+0.1	−0.7
D	350 26.5	+ 9 33.5	+0.1	18 17 51.8	35.6	−0.2	+0.1
E	350 29.0	+ 9 31.0	+0.8	17 44 19.7	35.5	+0.5	+0.2

Nachdem die Rectascensionen der Sterne *B*, *D*, *E* vorläufig in gute Uebereinstimmung gebracht worden waren, war nunmehr durch Drehung der Platte im Positionswinkel eine bessere Uebereinstimmung der Rectascensionen von ✱ *A*, *B*, *C* zu bewirken. Die östliche d. i. an der Nordseite der Platte befindliche Positionsschraube wurde daher um 1.5 partes rechts herum gedreht, wodurch der nördliche Stern *A* sich im Gesichtsfeld scheinbar nach unten, in Wirklichkeit nach oben verschiebt, also eine grössere Rectascensionsablesung erhält:

	$360^\circ-\delta'$	δ'	$\delta_{1900}-\delta'$	α'	$\alpha_{1900}-\alpha'$	C'	C
A	345° 12'.0	+14° 48'.0	+0'.5	17h 58m 14s.9	−5h 35m 35s.3	+0'.3	+0s.3
B	349 44.0	+10 16.0	+0.2	18 1 4.3	35.6	0.0	0.0
C	353 7.7	+ 6 52.3	+0.4	17 59 52.6	35.8	+0.2	−0.2
D	350 26.8	+ 9 33.2	+0.4	18 17 51.6	35.4	+0.2	+0.2
E	350 28.8	+ 9 31.2	+0.6	17 44 19.5	35.3	+0.4	+0.3

Die Zahlen weisen ebenfalls den beabsichtigten Erfolg auf. Nunmehr war durch eine Neigungsänderung der Platte um eine verticale Axe d. i. um eine nahezu den Parallel darstellende Gerade eine bessere Uebereinstimmung der $\delta-\delta'$ für die Sterne *A*, *B*, *C* zu erzielen. Die westliche Azimutalbewegungsschraube wurde deshalb um $^1/_2$ Rev. rechts herumgedreht, so dass die nördliche Plattenhälfte dem Messapparat sich näherte, der südliche sich umgekehrt entfernte. Das Resultat ist durch die folgenden Ablesungen gegeben:

	$360^\circ-\delta'$	δ'	$\delta_{1900}-\delta'$	α'	$\alpha_{1900}-\alpha'$	C'	C
A	345° 11'.8	+14° 48'.2	+0'.3	17h 58m 15s.0	−5h 35m 35s.4	−0'.1	+0s.3
B	349 44.2	+10 15.8	+0.4	18 1 4.4	35.7	0.0	0.0
C	353 7.75	+ 6 52.25	+0.45	17 59 52.5	35.7	+0.05	0.0
D	350 26.7	+ 9 33.3	+0.3	18 17 51.3	35.1	−0.1	+0.6
E	350 28.7	+ 9 31.3	+0.5	17 44 19.2	35.0	+0.1	+0.7

7

Die Zahlen lassen wiederum die erwünschte Veränderung erkennen. Wie aus den Zahlen ersichtlich, musste nunmehr mit der ersten Operation der Neigung der Platte um eine horizontale Axe wieder begonnen werden. Der weitere Verlauf der Justirung bietet jedoch nichts besonders Interessantes, da die vierte und letzte mögliche Justirungsoperation, nämlich die Aenderung der Distanz Platte—Messapparat ohne eine gleichzeitige andersartige Justirungsänderung nicht vorgenommen wurde, und der Einfluss einer solchen Distanzänderung also nicht in typischer Weise in den Zahlen zum Ausdruck kommt. Die weiteren Operationen sollen daher in abgekürzter Form gegeben werden. Die folgende Tabelle gibt das Resultat der Messungen, nämlich die C und C' nach Durchführung der darüber angegebenen Operationen unter Anwendung folgender Abkürzungen:

S.F.S. = Südliche Fussschraube des Plattenstativs,
Oe.P.S. = Oestliche Positionswinkelschraube des Plattenstativs,
W.A.S. = Westliche Azimutalbewegungsschraube des Plattenstativs,
Dist. +, — = Distanz vergrössert, verkleinert,
r., l. = Schraube rechts, links herum gedreht,
$\Delta\omega$ = Sehr geringe Drehung.

✱	S.F.S. $0^R.1$ l. Oe.P.S. $0^R.05$ r.		Oe.P.S. $0^R.075$ r.		Oe.P.S. $0^R.038$ l. S.F.S. $0^R.05$ l.		W.A.S. $0^R.5$ r.		W.A.S. $2^R.0$ l. Dist. $+1^R.3$	
A	$-0'.3$	$-0^s.35$	$-0'.4$	$-0^s.2$	$-0'.3$	$+0^s.35$	$-0'.4$	$+0^s.3$	$-0'.8$	$-1^s.0$
B	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
C	−0.1	−0.15	−0.2	+0.1	0.0	+0.3	−0.05	0.0	−0.15	−0.3
D	−0.2	−0.15	−0.2	−0.1	−0.1	+0.25	0.0	0.0	−0.3	+1.7
E	0.0	+0.65	0.0	+1.0	+0.25	+1.35	0.0	+0.1	−0.15	−1.5

✱	W.A.S. $1^R.0$ r. Dist. $-0^R.2$		S.F.S. $0^R.1$ l.		Oe.P.S. $\Delta\omega$ l. S.F.S. $0^R.04$ l.		S.F.S. $0^R.05$ l.		Unbeabsichtigte Nachwirkung	
A	$+0'.3$	$-0^s.1$	$0'.0$	$-0^s.4$	$+0'.1$	$-0^s.05$	$0'.0$	$+0^s.1$	$-0'.1$	$-0^s.2$
B	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
C	0.0	+0.3	−0.05	+0.2	+0.05	+0.25	+0.13	+0.1	0.0	−0.2
D	−0.1	+1.5	−0.25	+0.8	−0.1	+0.85	0.0	+0.5	−0.1	+0.1
E	+0.1	+0.3	+0.10	+0.2	−0.05	−0.05	+0.15	+0.4	0.0	+0.3

Zu der vorstehenden Zusammenstellung ist nur noch zu bemerken, dass ein Vergleich der beiden letzten Rubriken ein Urtheil darüber ermöglicht, bis zu welchem Grade sich die soeben beendete Justirung bis zum nachfolgenden Tage durch die unvermeidlichen Nachwirkungen noch ändern kann. Der Betrag der Aenderung ist ziemlich gross, ganz wesentlich grösser als sich die Justirungsänderung aus den eigentlichen Messungsreihen für den Verlauf von 2 bis 3 Wochen herausgestellt hat. Es muss dabei ausdrücklich hervorgehoben werden, dass nach Erledigung der Messungen der vorletzten Rubrik nicht etwa noch die im Positions- und Azimutwinkel vorhandenen Gegenschrauben angezogen wurden; dies geschah jedes Mal sofort, wenn eine diesbezügliche Operation ausgeführt worden war. Man erkennt hieraus, dass man die Messungen im Allgemeinen nicht sogleich nach Beendigung der Justirung beginnen darf, namentlich wenn es sich darum handelt, aus den Messungen Aufstellungsconstanten zu bestimmen, welche für längere Zeiträume giltig sein sollen.

Um ein Urtheil über die erreichte Justirungsgenauigkeit zu gewinnen, ist es nöthig zu wissen, in welcher Weise sich die p, q, r, t resp. p', q', r', t' aus den C und C' ergeben. Die diesen Bestimmungsgleichungen zu Grunde liegenden Zahlenwerthe sind in der folgenden Uebersicht zusammengestellt.

✱	α_{1900}	δ_{1900}	$\alpha - A_0$	$\delta - D_0$	$\Delta\alpha$	$\Delta\alpha^2$	$\Delta\delta$	$\Delta\delta^2$	$\Delta\alpha . \Delta\delta$
A	$12^h 22^m 39^s.6$	$+14^\circ 48'.5$	$-1^m 48^s.3$	$+3^\circ 58'.2$	−0.0079	+0.0001	+0.0693	+0.0048	−0.0005
B	12 25 28.7	+10 16.2	+ 1 0.6	−0 34.1	+ 44	0	− 99	+ 1	± 0
C	12 24 16.8	+ 6 52.7	− 0 11.3	−3 57.6	− 8	0	+ 694	+ 78	− 1
D	12 42 16.2	+ 9 33.6	+17 48.0	−1 16.7	+0.0776	+0.0061	−0.0223	+0.0005	−0.0017
E	12 8 44.2	+ 9 31.8	−15 44.2	−1 18.5	− 686	+ 47	− 228	+ 5	+ 16

Hieraus ergeben sich bei Vernachlässigung der Glieder, deren Coefficienten sich nach Ausführung der nothwendigen Additionen und Subtractionen hinreichend klein werden, folgende Bestimmungsgleichungen für die Coefficienten:

aus ✱ B, A, C:

$$\begin{cases} q = 7.2\,(C_A - C_C) \\ t = 106.4\,(C_A + C_C) - 15.1\,(C_A - C_C) \end{cases}$$

aus ✱ B, D, E:

$$\begin{cases} p = 6.8\,(C_D - C_E) - 0.9\,(C_D + C_E) \\ r = 92.6\,(C_D + C_E) + 2.3\,q. \end{cases}$$

Die Gleichungen für die p', q', r', t' lauten ganz analog. Man sieht hieraus, dass eine Uebersicht über die Werthe $C_A - C_C$ und $C_A + C_C$, sowie $C_D - C_E$ und $C_D + C_E$ und über die entsprechenden Ausdrücke in δ in bequemer Weise ein Urtheil über die erreichte Genauigkeit gestatten, weshalb es vortheilhaft ist, diese Summen und Differenzen nach jeder Justirungsoperation hinzuschreiben. Für die Ueberschlagsrechnung genügt es dabei völlig, sich auf die ersten Glieder der obigen Ausdrücke zu beschränken. Ehe nun diese Summen und Differenzwerthe für den vorliegenden Fall zusammengestellt werden, soll gezeigt werden, wie gross diese Werthe sein dürfen, wenn man die Platte justirt nennen darf. In der Wahl der Genauigkeitsgrenze für die Justirung liegt natürlich eine gewisse Willkür. Ich werde hier die Zahlenwerthe für den Fall geben, dass kein Correctionsglied für sich allein den Betrag von $3\overset{s}{.}0$ resp. $0\overset{''}{.}2$ für ein Object einer Zone überschreiten soll, obwohl man eine grössere Justirungsgenauigkeit erreichen kann.*) Unter Zugrundelegung der maximalen Werthe von $\Delta\alpha$ und $\Delta\delta$ in einer Zone:

$$\Delta\alpha = 24^m, \quad \Delta\delta = 0\overset{\circ}{.}7$$

müssen zur Erreichung der genannten Justirungsgenauigkeit dann sein:

$$p' \leqq 0'.5; \quad C'_D - C'_E \leqq 0'.07 \qquad p \leqq 2\overset{s}{.}0; \quad C_D - C_E \leqq 0\overset{s}{.}3$$
$$q' \leqq 4.0; \quad C'_A - C'_C \leqq 0.60 \qquad q \leqq 16.0; \quad C_A - C_C \leqq 2.4$$
$$r' \leqq 5.0; \quad C'_D + C'_E \leqq 0.05 \qquad r \leqq 20.0; \quad C_D + C_E \leqq 0.2$$
$$t' \leqq 37.0; \quad C'_A + C'_C \leqq 0.37 \qquad t \leqq 148.0; \quad C_A + C_C \leqq 1.5.$$

Man sieht hieraus, dass man die Genauigkeitsgrenze für q und q' sehr wohl noch wesentlich herabdrücken kann. Dies zu thun ist schon deshalb rathsam, weil q zu denjenigen Constanten gehört, welche aus den Hauptsternen bestimmt werden und also für einen grösseren Zeitraum als unveränderlich betrachtet werden sollen; andererseits wird im vorliegenden Falle q und q' sehr leicht noch einen Einfluss auf die Bestimmung von r und r' haben, weil die Auswahl der Hauptsterne sich in praxi nicht genügend den theoretischen Bedingungen anpassen liess. Im vorliegenden Falle dürfte die Forderung am Platze sein, dass die Vernachlässigung des Gliedes 2.3 q bezw. 2.3 q' die Werthe von r resp. r' um nicht mehr als 10 % verfälscht. Dadurch tritt an Stelle der obigen Bedingungen für q und q' die folgende:

$$q' \leqq 0'.5; \quad C'_A - C'_C \leqq 0'.07; \quad q \leqq \frac{1}{23} r < 2^s; \quad C_A - C_C \leqq 0\overset{s}{.}3.$$

Die Bedingungen, welche zur Erzielung der genannten Justirungsgenauigkeit (dass nämlich kein Correctionsglied für sich allein den Betrag von $0\overset{''}{.}2$ resp. $3\overset{s}{.}0$ erreicht, und dass die Glieder $t\Delta^2{}_*\delta$ und $t'\Delta^2{}_*\delta$ die Beträge von $0\overset{s}{.}3$ nicht überschreiten, also vernachlässigt werden können) für die Summen und Differenzen der C und C' nöthig sind, drücken sich daher durch folgende Maximalbeträge aus:

$C'_A + C'_C$	0'.37	1ˢ.5	$C_A + C_C$
$C'_D + C'_E$	0.05	0.2	$C_D + C_E$
$C'_A - C'_C$	0.07	0.3	$C_A - C_C$
$C'_D - C'_E$	0.07	0.3	$C_D - C_E$

Zum Vergleich hiermit sind in der nachfolgenden Tabelle die entsprechenden Werthe für jede der p. 49—50 genannten Messungen nach Vornahme einer Justirungsoperation zusammengestellt. Nur die Messungen nach der absichtlich grossen Verstellung der südlichen Fussschraube um 1^R sind fortgelassen. Die Rubrik 2 entspricht also einer Verstellung dieser Fussschraube um $1\overset{R}{.}0 - 0\overset{R}{.}9 = 0\overset{R}{.}1$ links herum.

	1.		2.		3.		4.		5.		6.		7.		
$C'_A + C'_C$	0'.0	+0ˢ.9	+0'.5	+0ˢ.3	+0'.5	+0ˢ.1	+0'.05	+0ˢ.3	−0'.4	+0ˢ.2	−0'.6	−0ˢ.1	−0'.3	+0ˢ.65	$C_A + C_C$
$C'_D + C'_E$	0.0	+1.0	+0.3	+0.3	+0.6	+0.5	0.0	+1.3	−0.2	+0.9	−0.2	+0.9	+0.15	+1.60	$C_D + C_E$
$C'_A - C'_C$	0.0	+1.9	+0.3	+0.7	+0.1	+0.5	−0.15	+0.3	−0.2	+0.5	−0.2	−0.3	−0.3	+0.05	$C_A + C_C$
$C'_D - C'_E$	−0.6	−0.6	−0.7	−0.1	−0.2	−0.1	−0.2	−0.1	−0.2	−0.4	−0.2	−1.1	−0.35	−1.10	$C_D + C_E$

	8.		9.		10.		11.		12.		13.		14.		
$C'_A + C'_C$	−0'.45	+0ˢ.3	+0'.65	−1ˢ.3	+0'.3	+0ˢ.2	−0'.05	−0ˢ.2	+0'.15	+0ˢ.2	+0'.13	+0ˢ.2	−0'.1	−0ˢ.4	$C_A + C_C$
$C'_D + C'_E$	0.0	+1.1	−0.45	+0.2	0.0	+1.8	−0.15	+1.0	−0.15	+0.8	+0.15	+0.9	−0.1	+0.4	$C_D + C_E$
$C'_A - C'_C$	−0.35	+0.3	+0.95	−0.7	+0.3	−0.4	+0.05	−0.6	+0.05	−0.3	−0.13	0.0	−0.1	0.0	$C_A - C_C$
$C'_D - C'_E$	0.0	−1.1	−0.15	+3.2	−0.2	+1.2	−0.35	+0.6	−0.05	+0.9	−0.15	+0.1	−0.1	−0.2	$C_D - C_E$

Man erkennt hieraus, dass die endgiltige Justirung der Platte fast ganz den obigen Bedingungen entspricht. Nur in den Grössen $C_D + C_E$ und $C'_D + C'_E$ kann von einem Ueberschreiten der Grenzen die Rede sein. Da dies nur auf die Grösse von r und r' Einfluss hat, r und r' aber aus jeder Zonenmessung besonders bestimmt werden, so

*) Es ist aber ausserdem an der p. 34 ausgesprochenen Bedingung für die mögliche Vernachlässigung der Glieder $t\Delta^2{}_*\delta$ resp. $t'\Delta^2{}_*\delta$ festzuhalten, wonach t resp. $t' < 37'$ sein müssen.

ist diese Ueberschreitung jedoch nicht von besonderer Tragweite. Man ersieht aus dem ganzen vorstehenden Justirungsbeispiel, dass eine exacte Justirung nicht so ganz schnell durchzuführen ist, da man nur ein verhältnissmässig complicirtes Annäherungsverfahren besitzt. Eine solche exacte Justirung dürfte im Allgemeinen selbst bei bereits gewonnener Uebung 3 bis 4 Stunden an Arbeitszeit in Anspruch nehmen.

Unerörtert ist bis jetzt der Coefficient s resp. s' geblieben. Es ist selbstverständlich nöthig, nach Durchführung der bisherigen Operationen 4 möglichst in den Ecken der Platte befindliche Sterne einzustellen und zu prüfen, ob der Coefficient des $\Delta\alpha\,\Delta\delta$ Gliedes noch zu erhebliche Beträge besitzt. Man wird überhaupt im Allgemeinen gut thun, diese Prüfung vor der endgiltigen Durchführung der Justirung vorzunehmen. Man dürfte in der Regel kein ungünstiges Resultat für s und s' erhalten, wenn man die Justirung in der obigen Weise schon nahe vollendet hat. Eine derartige Prüfung ist im obigen Falle erst bei den exacten Messungen vorgenommen worden, wobei sich $s = +34''$ und der maximale Betrag des Gliedes $s\Delta\alpha\,\Delta_0\delta$ in einer Zone also zu $0\overset{s}{.}04$ ergab. In welcher Weise die Reduction der Coefficienten s und s' zu erfolgen hat, ist bereits im Abschnitt II auseinandergesetzt worden.

Nachdem nunmehr gezeigt worden ist, wie für die Zonen III—VII und Ia die Plattenjustirung erfolgt ist, handelt es sich zunächst weiter um die definitive Bestimmung derjenigen Plattenconstanten, welche nicht aus jeder Zonenmessung bestimmt werden sollen, also um die in den Gliedern $\delta\alpha$ und $\delta\delta$ der Gleichungen (56) auftretenden Plattenconstanten q, s, t und s'. (Der Coefficient t' ist als klein genug erkannt, um die Vernachlässigung von $t'\Delta^2{}_0\delta$ zu gestatten.)

Bei der Wichtigkeit einer genügend genauen Bestimmung dieser Grössen musste es angezeigt erscheinen, sich nicht auf die Positionen je eines einzigen Sternes als Vertreter eines »Hauptsternes« zu beschränken. Catalog-, Platten- und Messungsfehler hätten einen zu grossen Einfluss auf das Resultat haben können. Es wurde daher eine grössere Anzahl solcher Sterne ausgesucht und ihre Positionen thunlichst aus verschiedenen Catalogen bestimmt, wie dies aus dem Abschnitt über die Vergleichsterne hervorgeht. Namentlich wurde aber auch bei diesen zur definitiven Constantenbestimmung ausersehenen Hauptsternen Gewicht darauf gelegt, dass ihre Bilder auf der Platte gut einstellbar waren, und dass die Distorsion einen möglichst wenig störenden Einfluss auf das Resultat ausübte. Insbesondere gilt dieses für die Wahl der Sterne in den Plattenecken, worauf ganz besonders hingewiesen werden muss. Wie sich die diesbezüglichen Messungen und ihre Resultate im einzelnen gestaltet haben, wird im VII. Abschnitt gezeigt werden. Für die allgemeine Erörterung der Anlage der Messungen ist hier nur noch hervorzuheben, dass die einzelnen Bestimmungen der allgemeinen Plattenconstanten die eigentlichen Zonenmessungen natürlich zeitlich symmetrisch einschliessen sollen. Dies Princip ist bei der Durchführung der Messungen nicht ganz innegehalten worden, jedoch wegen der erreichten Stabilität der Messvorrichtung kaum zum Schaden für die gewonnenen Resultate, wie dies die Zahlen im VII. Abschnitt zeigen. Es wird jedoch gut sein, in Zukunft eine symmetrische Anordnung durchzuführen.

Bei der Anlage der Messungen handelt es sich jetzt des weiteren hauptsächlich um die beiden folgenden Fragen:

1. Wie ist die Stabilität der Messvorrichtung sowohl während einer einzigen Messungsreihe als auch während der ganzen Dauer der Messungsreihen einer einzelnen Zone am zweckmässigsten zu prüfen?

2. Aus wie viel Vergleichsternen für eine Zone erhält man sichere Reductionselemente für die Messungen der Zone?

Auf den ersten Blick könnte es scheinen, als ob die vor und nach einer mehrtägigen Messungsreihe einer Zone ausgeführten Messungen der »Hauptsterne« eine genügende Controle für die Stabilität der Aufstellung gewähren würden, und dass man eventuell eingetretene Veränderungen proportional auf die Zwischenzeit vertheilen dürfte. Dem ist aber keineswegs so. Es hat sich vielmehr herausgestellt, dass die Aenderungen keine der Zeit proportionale sind, sondern speciellen Umständen zuzuschreiben sind, die theils durch die Anwesenheit des Beobachters am Messapparat, theils durch die nahe Lage des Messraumes an der mechanischen Werkstätte des Observatoriums begründet sind. Dass derartige Einflüsse vorhanden sein müssen, ist ohne weiteres klar. Es muss im Gegentheil geradezu speciell hervorgehoben werden, dass die Stabilität trotzdem eine so grosse ist, dass man die Messungsreihen einer Zone, selbst wenn sie bis zu 2 Wochen auseinander liegen, miteinander gemeinsam behandeln kann, freilich nur wenn man in der Anlage der Messungen systematisch vorgeht. Insbesondere haben die Arbeiten in der Werkstatt, sogar die Arbeiten auf dem Amboss, seit er wie die Werkbank auf Gummiklötzen ruht, einen höchstens in ganz vereinzelten Fällen nachweisbaren Einfluss auf die Aufstellung von Apparat und Platte. Stärker macht sich zuweilen der Betrieb der nahen Dynamomaschine bemerkbar. Es treten jedoch auch hierbei keine momentane Verschiebungen ein; wohl aber scheinen sich die Fundamente infolge der vielen Erschütterungen allmählich zu setzen. In allen Fällen tritt jedenfalls eigentlich nur eine Aenderung der Constanten $\varkappa$ und $\varkappa'$, also gewissermassen der Kreisnullpuncte ein, während die eigentlichen Reductionsconstanten sich kaum ändern. In wie geringem Masse dies der Fall ist, werden die Zahlen später selbst lehren.

Aus den über die Stabilität gemachten günstigen Erfahrungen ergibt sich zunächst die Regel: Man soll für eine Zone eine gewisse Anzahl von Sternen wählen, welche bei jeder Messungsreihe zu beobachten sind, um so die Stabilität der Aufstellung für grössere Zeiträume prüfen zu können. Diese »Hauptanschlusssterne« wird man aber zweckmässig gleichzeitig auch für die Prüfung der Stabilität während der einzelnen Messungsreihe selbst benutzen, indem man sie zu Anfang und zu Ende derselben beobachtet. Die Anzahl dieser Sterne darf jedoch nicht sehr gross sein, damit das eigentliche Arbeitsprogramm für eine doch höchstens auf 3 Stunden festzusetzende Beobachtungszeit nicht zu sehr verkürzt wird. Es muss nämlich hervorgehoben werden, dass man für das Suchen, Einstellen, Beschreiben der Objecte und die eigenhändige Aufnotirung der Daten eines Objects rund 10 Minuten zu rechnen hat, wenn man die Beobachtung jedes Objectes in der späterhin beschriebenen Art durchführt. Es darf dies nicht Wunder nehmen, weil der Beobachter reichlich das auszuführen hat, was ein Meridiankreisbeobachter erledigen muss.

Unter diesen Umständen wird man nicht mehr als 3 bis höchstens 4 »Hauptanschlusssterne« wählen, so dass man in einer 3stündigen Beobachtungsreihe noch 10—12 unbekannte Objecte vermessen kann. Die Lage dieser Sterne in der Zone wird man dabei natürlich so wählen, dass ein Stern nahe der Zonenmitte und je ein anderer thunlichst weit gegen die vorangehende bezw. folgende Seite der Zone liegen, kurz, dass sie möglichst gleichmässig auf die Zone vertheilt sind. Die Wahl eines vierten Sternes hat den Vorzug, dass man bei geeigneter Wahl der Declinationsdifferenzen gegen die übrigen Sterne den den Schraubenwerth enthaltenden Coefficienten B'' einer täglichen Controle gleich mit unterziehen kann. Es würde sich deshalb empfehlen, statt des einen mittleren Sterns zwei Sterne in mittlerer Rectascension zu nehmen, die aber in Declination ziemlich verschieden liegen. Mit Hilfe dieser 4 Sterne liessen sich dann die Gleichungen (56), wenn anderweitig nöthig, für jeden einzelnen Tag auflösen.

Es ist jedoch ohne weiteres klar, dass die Bestimmung der 7 Constanten: C, A, r für die Rectascensionen und C', A', r', B'' für die Declinationen aus den je 4 sich ergebenden Gleichungen mit grosser Unsicherheit behaftet bleiben würde wegen der zufälligen Catalog-, Platten- und Einstellungsfehler. Es erscheint daher, falls man wie im vorliegenden Falle in jeder Zone eine grosse Anzahl von Objecten — hier 50 im Durchschnitt — anschliessen will, dringend geboten, die Anzahl der Zonensterne zu erhöhen. Der Verfasser hat geglaubt, die Zahl derselben auf 10 pro Zone festsetzen zu müssen. Namentlich wenn wegen der zur Verfügung stehenden Cataloge in den Randzonen keine besonders geeigneten Sternobjecte zur Verfügung stehen, ist diese Zahl keineswegs zu hoch gegriffen. Die Erfahrungen haben gezeigt, dass es jedoch genügt, diese sämmtlichen 10 Sterne nur an dem ersten und letzten Messungstage zu beobachten, so dass die Erhöhung der Einstellungsarbeiten für Vergleichsterne keineswegs zu beträchtliche Dimensionen annimmt. Die Lage dieser Vergleichsterne wird am besten so gewählt werden, dass die Sterne in Rectascension symmetrisch zur Zonenmitte liegen, dass ferner je zwei Sterne stets bei nahe gleicher Rectascension möglichst verschiedene Declinationen besitzen, und dass schliesslich die äusseren Sternpaare thunlichst weit von der Mitte entfernt liegen, während die inneren Sternpaare etwa mitten zwischen dem Plattenrand und der Plattenmitte liegen, wie das folgende Schema es für die vorliegende Platte andeutet:

	✱ 1	✱ 3	✱ 5	✱ 7	✱ 9
$\Delta\alpha =$	$+20^m$	$+10^m$	$\pm 0^m$	-10^m	-20^m
$\Delta ✱ \delta =$	$+30'$	$+30'$	$+30'$	$+30'$	$+30'$
$\Delta\alpha$	✱ 2	✱ 4	✱ 6	✱ 8	✱ 10
$\Delta\alpha =$	$+20^m$	$+10^m$	$\pm 0^m$	-10^m	-20^m
$\Delta ✱ \delta =$	$-30'$	$-30'$	$-30'$	$+30'$	$+30'$

Natürlich wird man sich keineswegs an dies Schema binden. Vor allem wird stets wieder der Gesichtspunct für die Auswahl eines Sternes massgebend sein, ob er nicht zu hell oder zu stark durch die Distorsion beeinflusst ist.

Nachdem jetzt die allgemeinen Principien für die Auswahl der Vergleichsterne und die Anordnungen der Messungen im Grossen auseinandergesetzt worden sind, handelt es sich nunmehr um die wichtige Frage: Wie viel Einstellungen soll man auf jedes Object machen?

Hierbei spielt die Elimination der persönlichen Einstellungsfehler und das damit eng verknüpfte Aussehen der Sterne auf der Platte eine wesentliche Rolle, weshalb zunächst hierüber einiges gesagt werden muss. Das Gebiet der Platte, welches wirklich kreisförmige Sternscheibchen besitzt, hat einen Durchmesser von $3^1/_2$ Grad, macht also nur den 10. Theil des gesammten Plattenareals aus. Um dieses Gebiet herum gruppiren sich die schwächeren Sterne als tangential gestellte Ellipsen, die hellsten Sterne aber als radial gestellte Ellipsen. Den Uebergang von der einen Sternart zu der andern bilden tangential gestellte Ellipsen mit einem radial stehenden Büschel, also Sterne von einer gewissen Kreuzform. Diese radial stehenden Büschel haben gewissermassen die Form einer von einem Hyperbelzweig begrenzten Fläche, den Scheitel nach dem Plattenmittelpunct zu gerichtet. Je heller der Stern ist, desto mehr entwickelt sich diese Büschelbildung, während weder der Durchmesser noch die Intensität der tangential gestellten Ellipse in gleicher Weise wächst, so dass das Sternbild sich schliesslich zu einer radial stehenden Ellipse entwickelt. In wie weit die Stellung dieses Büschels nun streng radial genannt werden kann, hängt sehr davon ab, mit welchem Grade der Genauigkeit die centrale Senkrechtstellung der Platte im Tubus gelungen war. Ausserdem spielt natürlich auch die Luftunruhe und die Genauigkeit des Pointirens während der Aufnahme in die Form der Sternbilder hinein.

Aus dem Vorstehenden geht zur Genüge hervor, dass man von einer einfachen Abhängigkeit des persönlichen Einstellungsfehlers von dem Durchmesser der Sternscheibchen nicht reden kann. Es würde vielmehr nöthig sein, den persönlichen Einstellungsfehler ausserdem in verschiedenen Plattenquadranten und bei verschiedenen Distanzen von der Plattenmitte gesondert zu untersuchen. Der Verfasser bezweifelt aber, dass selbst auf diese Weise ein sicheres Resultat betreffs der wegen der persönlichen Auffassung an die Messungen anzubringenden Correction erzielt werden würde, da die Verschiedenartigkeit der Bilder auf der Platte zu gross ist und von Ort zu Ort sehr schnell wechselt. Das richtige Classificiren eines Objectes würde weder leicht noch sicher auszuführen sein. Es dürfte deshalb ein geeigneterer Ausweg aus dieser Schwierigkeit sein, dass man den persönlichen Einstellungsfehler durch dauernde Verwendung eines Reversionsprismas und jedesmalige Einstellung eines Objectes in beiden Lagen des Prismas eliminirt. Dieses Princip ist auch für die zweite Hälfte der Messungen — Zone 5, 6, 7 und 1a — in Anwendung gekommen. Anfangs war leider kein Reversionsprisma vorhanden, und es wird daher einer gelegentlichen Erörterung der Frage bedürfen, ob und welche Correctionen an die Messungen der Zonen 1, 2, 3 und 4 in dieser Hinsicht anzubringen sind.

Bei Gelegenheit der Mittheilungen über das Aussehen der Sternbilder muss auch gleich die Frage berührt werden, auf welchen Punct des Sternbildes überhaupt einzustellen sei. Eine specielle Untersuchung dieser Frage auf Grund von besonders für diesen Zweck hergestellten Aufnahmen ist bis jetzt noch nicht durchgeführt worden. Solche Aufnahmen müssten gestatten, dieselbe Gegend auf verschiedenen Partieen einer und derselben Platte zu vermessen; denn es ist ohne weiteres klar, dass man aus den Messungen einer Platte mit nur einer Aufnahme die vorliegende Frage nicht entscheiden kann, da die Distorsionsfehler sich unmittelbar mit den Fehlern der Plattenaufstellung verbinden. Andererseits wird der Anschluss eines unbekannten Objectes, welches schon stark durch die Distorsion beeinflusst ist, trotzdem mit relativ grosser Genauigkeit an nahe liegende bekannte Sterne angeschlossen werden können, wenn die Helligkeit der bekannten und unbekannten Objecte nahe die gleiche ist. Es ist deshalb für die Auswahl der Vergleichsterne im vorliegenden Falle eine bereits betonte Bedingung gewesen, sie so schwach als möglich zu wählen; denn die Mehrzahl der zu vermessenden Nebel besitzt eine immerhin recht geringe Helligkeit. In praxi hat der Verfasser natürlich dieser Bedingung nicht immer entsprechen können; denn es wäre im vorliegenden Falle erwünscht gewesen, die Helligkeitsgrenze 9 · *mg* nicht zu überschreiten. Es ist an dieser Stelle zu bemerken, dass im allgemeinen das Princip verfolgt wurde, bei den Vergleichsternen den geometrischen Mittelpunct der primären, tangential gestellten Ellipse einzustellen. Desgleichen wurde bei den Nebeln, welche keinen ausgesprochenen Kern besassen, der geometrische Mittelpunct des Bildes eingestellt, es sei denn, dass die Lichtvertheilung im Nebel dazu aufforderte, den Schwerpunct der beleuchteten Fläche einzustellen, in welchem Falle dies ausdrücklich angemerkt worden ist. Vor allem muss aber hervorgehoben werden, dass der geometrische Mittelpunct der tangentialen und derjenige der radialen Ellipse keineswegs zusammenfallen. Bei hellen Sternen kann dieser Unterschied bis zu $7''.5$ wachsen. Angenähert liegt der geometrische Mittelpunct der primären tangentialen Ellipse vielmehr dort, wo sich derjenige Brennpunct der secundären radialen Ellipse befindet, welcher auf der dem Plattenmittelpunct zugewandten Seite der Ellipse liegt. Ferner muss bemerkt werden, dass die persönliche Einstellung des Verfassers, sobald die Büschelbildung sehr gering ist, in dem Sinne beeinflusst wurde, dass zu nahe nach der Plattenmitte eingestellt wurde, da sich die Büschelbildung in ihrer ersten Entwicklung nur auf der dem Plattenmittelpunct zugewandten Seite gewissermassen als ein kleiner Höcker zeigt. Umgekehrt dürften bei stärker entwickelter Büschelbildung die Einstellungen nach dem Plattenrande zu verfälscht sein — wieder im Verhältniss zu der Einstellung auf die geometrische Mitte der tangentialen Ellipse genommen — da die Büschelbildung in ihrer weiteren Entwicklung vor allem nach aussen zu wächst.

Für die endgiltige Entscheidung der alle diese Dinge betreffenden Frage nach der nothwendigen Anzahl der Einstellungen kommen des weiteren die Beträge der Durchmesser der Sternscheibchen in Betracht. Aus einer kleinen, beiläufig gemachten Reihe von Messungen der Durchmesser von Sternen, welche ein noch nahezu kreisförmiges Bild besitzen, ergeben sich folgende Grössenverhältnisse:

$\star_{mg}$	Diam.
6—7	106"
7—8	88
8—9	64
9	53
(9—10)	(47)

Der letzte Werth ist aus der den obigen Werthen entsprechenden Curve extrapolirt. Den Zahlen ist keine besondere Genauigkeit beizulegen. Sie sollen nur ein ungefähres Bild von den Grössenverhältnissen der Sternscheibchen geben. Man erkennt aus ihnen, dass die Durchmesser der benutzten Anschlusssterne sich im Allgemeinen in den Grenzen von 50" bis zu 70" halten. Es ist klar, dass man eine nicht zu geringe Anzahl von Einstellungen machen darf, wenn man bei dieser Grösse der Sternscheiben noch eine Genauigkeit von 1" erreichen will, um so mehr, wenn man bedenkt, dass diese grossen Sternscheiben nicht mit einem Fadenpaar, sondern mit einem einzelnen Faden bisecirt werden müssen. Auf der andern Seite fällt natürlich der Umstand sehr in's Gewicht, dass die Rectascensionseinstellungen der Objecte infolge der relativ umständlichen Kreisablesungen ziemlich viel Zeit erfordern und die Unveränderlichkeit der ganzen Messvorrichtung doch nicht für zu grosse Zeiträume vorausgesetzt werden darf.

Unter Berücksichtigung aller bisheriger Gesichtspunete hat der Verfasser die Anzahl der Rectascensionseinstellungen auf 4, die der schneller zu bewerkstelligenden Declinationseinstellungen auf 8 festgesetzt. Von diesen Einstellungen wurde die eine Hälfte in Stellung *A* des Reversionsprismas, die andere in Stellung *B* desselben gemacht. Ausserdem ist zu bemerken, dass bei jeder Rectascensionseinstellung nur ein Mikroskop des Stundenkreises abgelesen wurde. Die Anordnung der Mikroskopablesungen geschah dabei in symmetrischer Weise: Mikroskop I, II, II, I. Für jedes Object wurden also 8 Declinationseinstellungen mit 8 entsprechenden Ablesungen und 4 Rectascensionseinstellungen mit 8 zugehörigen Stricheinstellungen (vorausgehender und folgender Strich des Intervalls) gemacht.

Wie die Beobachtungsbücher dementsprechend angelegt wurden, soll im Abschnitt über die Reduction der Messungen noch gezeigt werden.

Es ist an dieser Stelle nur noch zu erwähnen, dass die Beobachtung ausschliesslich unter Anwendung von künstlichem Lichte geschah, indem drei electrische Glühlampen eine dünne Seidenpapierfläche möglichst gleichmässig von hinten her erleuchteten. Es stellte sich hierbei sehr bald heraus, dass man die Lichtquelle mindestens 50—60 cm von der Platte entfernt aufstellen muss, um jede störende Wärmewirkung zu vermeiden.

V. Die Positionen der Haupt- und der Vergleichsterne.

Es ist bereits im vorigen Abschnitt hervorgehoben worden, dass es für die vorliegende Platte mit dreistündiger Expositionszeit dringend erwünscht war als Anschlusssterne für die Vermessung der überwiegend schwachen Nebelobjecte möglichst schwache Sterne zu benutzen, um den Einfluss der Distorsion thunlichst herabzumindern. Da es sich gleichzeitig um die Auswahl einer grösseren Anzahl von Sternen auf einem immerhin doch kleinen Gebiet des Himmels handelte, so war es naturgemäss das am nächsten Liegende, den Catalog der Astronomischen Gesellschaft den genannten Messungen zu Grunde zu legen. Als die Vermessung — im September 1899 — begonnen wurde, war jedoch der in Frage kommende Leipziger Catalog nur für die Declinationen zwischen +5° bis +10° publicirt, so dass nur das südliche Gebiet der Platte zwischen +7° und +10° von ihm bedeckt wurde. Da deshalb für die Sterne des grössereren nördlichen Gebietes zwischen + 10° und +15° doch ein anderer Catalog zu Grunde gelegt werden musste, so entschloss sich der Verfasser dazu, auch für die südlichen Zonen nicht den A.G.-Catalog zu benutzen, sondern alle Positionen dem Pariser Catalog zu entnehmen. Dies brachte aber den Uebelstand mit sich, dass dieser Catalog nicht annähernd die gleiche Freiheit in der Auswahl von nach jeder Richtung hin geeigneten Anschlusssternen gewährte, wie der A.G.-Catalog. Dieser Umstand machte sich bei der practischen Durchführung der Auswahl und bei weiter fortgeschrittener Sammlung von Erfahrungen über die Messungsgenauigkeit in solchem Masse geltend, dass der Verfasser sich nach Vollendung der Messungen der 4 südlichen Zonen dazu entschliessen musste, von dem Princip alle Sternpositionen dem Pariser Catalog zu entnehmen zurückzugehen. Vor allem gelang es nicht, in dem Pariser Catalog an der geeigneten Stelle der Zone einen genügend schwachen Stern zu finden. Da mittlerweile der Leipziger Catalog auch für das Gebiet zwischen +10° und +15° erschienen war und dem Verfasser durch die liebenswürdige Vermittlung seines Herausgebers besonders früh zuging, so war es möglich, den 3 nördlichsten Zonen Positionen des A.G.-Cataloges zu Grunde zu legen. Es muss jedoch gleich hier hervorgehoben werden, dass die endgiltigen Nebelpositionen auch der südlichsten Zone (Ia) auf dem A.G.-Catalog beruhen, da diese Zone nach Durchmessung der nördlichsten Zone VII nochmals vermessen wurde, weil bei der ersten Beobachtungsreihe zu wenige Vergleichsterne benutzt worden waren, welche zudem relativ zu grosse Helligkeit besassen. Ausserdem wurden in der Zone 3 und 4 einige Sterne des A.G.-Cataloges in das Beobachtungsprogramm aufgenommen, um eine geeignetere Vertheilung der Vergleichsterne zu gewinnen. Es ist bei der nicht einheitlich über die ganze Platte durchgeführten Fundirung der Messungen auf einen einzigen Catalog von Interesse zu wissen; welche Unterschiede zwischen den benutzten Positionen des Pariser Cataloges und den Oertern des A.G.-Cataloges Leipzig vorhanden sind. Die folgende Zusammenstellung gibt hierüber Aufschluss.

Sn	Paris	A.G.C. Leipzig	A.G.C. − Paris α	A.G.C. − Paris δ
1	15046	II 6068	+0.ˢ08	−0.″7
2	311	6138	+0.20	+1.1
3	437	6169	+0.06	−2.6
5	636	6213	−0.12	−1.8
6a	14903	II 6037	+0.ˢ14	+0.″7
6	15024	6064	−0.12	+0.4
7	241	6120	−0.09	−0.4
8	287	6134	+0.07	+0.4
9	375	6154	0.00	−0.2
10	412	6160	+0.03	+1.2
11	452	6175	−0.07	−1.1
12	553	6196	+0.04	+0.1
13	624	6211	−0.10	−0.2
15	673	6218	−0.07	+0.4
14	808	6248	+0.08	−0.2
16	832	6252	+0.06	−0.8
17	14889	II 6034	−0.ˢ08	0.″0
18	897	6036	−0.09	−0.3
19	998	6057	+0.07	−0.5
20	15171	6108	+0.12	−1.9
21	262	6127	−0.05	−0.2
22	415	6162	+0.25	−1.9
24	544	6194	−0.03	−2.2
27	799	6243	+0.04	−2.1
28	806	6245	−0.13	−0.8
29	816	6249	−0.02	−1.7
30	14917	I 4506	+0.ˢ01	+0.″4
31	946	I 4517	−0.14	−0.4
32	15007	II 6058	+0.17	−0.4
33	132	I 4557	+0.08	+0.2
34	379	I 4604	+0.05	−1.7
35	410	I 4607	−0.01	−0.1
36	571	I 4646	−0.14	−0.3
39	691	I 4673	+0.09	+0.2
40	755	II 6235	+0.17	−1.0

Die Differenz A.G.C. Leipzig—Paris ergibt sich für diese Sterne im Mittel zu:

+0.ˢ016 in α
−0.″53 in δ.

Um diese Beträge wären also die aus den Zonen I bis IV gefundenen Nebelpositionen zu corrigiren, um sie mit den Resultaten der übrigen Zonen homogen zu machen, d. h. um alle Nebelörter auf den A.G.-Catalog Leipzig bezogen zu erhalten. Der Verfasser hat jedoch von der Anbringung dieser Correction Abstand genommen.

Da für die nördlichste Zone ausser dem A.G.-Catalog Leipzig schliesslich noch der A.G.-Catalog Berlin in Frage kommen konnte, so wurden auch die in diesen beiden Catalogen gleichzeitig vorkommenden Sterne dieser Zone betreffs ihrer Catalogpositionen miteinander verglichen. Die Vergleichung ergab folgende Differenzen:

A.G.C. Leipzig	A.G.C. Berlin	Leipzig—Berlin α	δ
I 4507	4618	+0ˢ.06	−2″.3
4522	4628	+0.04	−2.1
4527	4632	−0.06	−0.3
4565	4661	−0.05	−1.7
4566	4663	+0.01	−2.5
4578	4677	−0.02	−0.7
4583	4681	0.00	−0.6
4626	4715	−0.09	−2.8
4640	4720	+0.02	−0.7
4650	4729	−0.06	−1.9
4663	4742	+0.04	−2.2
4665	4743	+0.16	−3.5
4693	4764	+0.09	−1.0

Hieraus ergibt sich die Differenz Leipzig—Berlin im Mittel zu:

+0ˢ.011 in α
−0″.72 in δ.

Da die Differenzen Leipzig—Berlin in Declination durchweg negativ sind, wurde von einer Mittelbildung der Positionen abgesehen und nur der Leipziger Catalog benutzt.

Es ist schliesslich noch einiges über die Positionen der sogenannten Hauptsterne zu sagen. Da dieselben für die Reduction der Messungen aller Zonen benutzt werden, so war bei den Hauptsternen besonders grosses Gewicht auf möglichst genaue Sternörter zu legen. Es wurden daher für jeden der Hauptsterne, soweit sie zur Ableitung von allgemein giltigen Constanten verwendet wurden, mehrere Cataloge benutzt ausser in dem Falle, wo der neue Küstner'sche Catalog — Veröffentlichungen der Königl. Sternwarte zu Bonn, Heft 4 — geeignete Sterne bot. Dieser ebenfalls leider erst im Laufe der Messungen erschienene Catalog ist im Stande, gerade für die Vermessung von Platten wie die vorliegende ganz ausgezeichnete Dienste zu leisten, da er gerade auch von Sternen mit relativ schwachen Grössenclassen sehr genaue Oerter enthält. In vereinzelten Fällen konnten schliesslich auch die von Herrn Dr. Courvoisier am sechszölligen Meridiankreis hierselbst freundlichst ausgeführten Ortsbestimmungen den Messungen mit zu Grunde gelegt werden.

In dem folgenden Verzeichniss der benutzten Sterne sind die von Ristenpart eingeführten Abkürzungen für die Catalognamen benutzt. Die Positionen sind auf die Epoche 1900 reducirt, auf welche die Nebelmessungen bezogen sind.

1. Orientirungssterne für die Zonen I und II.

Sn	Catalog	*mg*	α_{1900}	δ_{1900}
M	A.G. Leipzig II 6091	8.9	12ʰ 15ᵐ 22ˢ.03	+9° 43′ 49″.7
N	» » II 6235	8.7	43 41.46	+9 44 7.3
M′	» » II 6087	8.7	14 55.89	+9 7 26.7
N′	» » II 6167	9.0	28 56.39	+9 8 25.3

2. Orientirungssterne für die Zonen III—VII und Ia.

Sn	Catalog	*mg*	α_{1900}	δ_{1900}
A′	A.G. Leipzig I 4583	9.0	12ʰ 22ᵐ 39ˢ.6	+14° 48′.5
B′	» » I 4599	7.7	25 28.7	+10 16.2
C′	» » II 6140	9.0	24 16.8	+ 6 52.7
D′	» » II 6228	8.9	42 16.2	+ 9 33.6
E′	» » II 6046	8.4	8 44.2	+ 9 31.8

3. Die Hauptsterne.

Sn	(*Sn*) *)	Catalog	*mg*	α_{1900}	δ_{1900}	*p*	Definitive Werthe α	Definitive Werthe δ
A_1	W_a	Sj 4484	9	$12^h 22^m 34^s.57$	$+12° 46' 25''.9$	1	$34^s.78$	$23''.6$
»	»	Courvoisier 1900	—	34.89	22.5	2		
A_2	W_b	Sj 4486	9	12 23 11.15	+12 22 45.7	1	11.19	48.3
»	»	$Paris_3$ 15292	8	11.24	48.1	1		
»	»	Kl 3184	—	11.19	51.1	1		
A_3	W_c	Sj 4487	9.5	12 23 13.35	+12 53 59.6	1	13.48	59.8
»	»	Ya 5297	9.1	13.62	59.9	1		
B_1	U_b	W_2 366	9	12 24 24.51	+11 41 30.4	0	24.33	29.3
»	»	Kü B_1	8.7	24.31	29.8	1		
»	»	»	8.7	24.28	29.6	1		
»	»	»	8.8	24.31	29.5	1		
»	»	Courvoisier 1900	—	24.37	28.9	2		
B_2	U_a	Gl 3188	7	12 25 28.87	+10 16 10.0	1	28.86	12.0
»	»	$Paris_3$ 15343	7—8	28.68	15.2	1		
»	»	Gl_2 1049	7	28.98	12.3	1		
»	»	Kü B_1	7.5	28.87	11.9	1		
»	»	»	7.5	28.91	11.5	1		
»	»	»	—	28.84	11.3	1		
B_3	33_a	A.G. Leipzig II 6128	9.2	12 22 25.76	+ 9 41 27.5	—	25.76	27.5
C_1	Z_a	Gl 3182	8	12 23 59.74	+ 7 25 5.1	1	59.82	5.4
»	»	A.G. Leipzig II 6138	8.6	59.89	5.8	1		
C_2	Z	A.G. Leipzig II 6140	9.0	12 24 16.81	+ 6 52 39.4	1	16.84	39.5
»	»	Gl_2 1046	8	16.86	39.6	1		
I	S'_1	Kü B_1	8.7	12 11 35.24	+13 51 11.6	1	35.25	12.3
»	»	»	8.8	35.26	12.9	1		
A_4	S''_1	Kü B_1	9.1	12 22 55.17	+13 59 58.1	1	55.15	59.1
»	»	»	9.3	55.13	60.1	1		
II	S'_2	Kü B_1	8.7	12 39 32.25	+13 53 48.6	1	32.25	48.2
»	»	»	8.8	32.25	47.9	1		
III	S'_3	A.G. Leipzig II 6057	8.5	12 10 22.49	+ 8 47 55.3	1	22.46	55.6
»	»	$Paris_3$ 14998	8—9	22.42	55.9	1		
IV	S'_4	Kü B_1	9.2	12 39 13.49	+ 8 45 47.5	1	13.49	48.4
»	»	»	9.3	13.48	49.3	1		

*) Die Columne (*Sn*) gibt die in den Beobachtungsbüchern vorläufig angewandte Bezeichnung an.

4. Die Vergleichsterne der Zonen.

Die Klammern bei den Nummern der Sterne in der Rubrik *Sn* bedeuten, dass der Stern zur Ableitung der Reductionsconstanten nicht benutzt wurde. Die in Cursivschrift angegebenen Zahlen der Rubrik »Paris« geben die Nummern des Leipziger A.G.-Cataloges an.

Die Vergleichsterne der Zonen.

Paris*)	Sn*)	mg	α_{1900}	δ_{1900}
			Zone I	
15046	1	7—8	$12^h 12^m 20^s.46$	$+7^\circ 9' 29''.1$
15311	2	8	23 59.69	+ 7 25 4.7
15437	3	8	29 15.65	+ 6 56 2.1
15636	5	8—9	39 16.53	+ 7 24 12.7
			Zone II	
(14903)	(6a)	8—9	$12^h 6^m 24^s.80$	$+7^\circ 55' 33''.2$
15024	6	8—9	11 21.23	+ 7 54 37.6
15241	7	8	21 28.20	+ 8 26 51.3
(15287)	(8)	8—9	23 3.96	+ 7 38 47.9
(15375)	(9)	6—7	26 16.53	+ 8 9 23.2
15412	10	9—10	28 3.36	+ 7 48 7.5
(15452)	(11)	7—8	30 2.02	+ 7 59 49.4
15553	12	8	35 30.91	+ 8 14 56.3
15624	13	8—9	38 43.80	+ 8 6 21.2
(15673)	(15)	5—6	40 34.08	+ 8 13 12.2
15808	14	9	46 4.24	+ 7 59 10.1
15832	16	8	46 51.73	+ 8 26 59.4
			Zone III	
14889	17	7—8	$12^h 5^m 55^s.62$	$+9^\circ 16' 23''.1$
14897	18	8—9	6 12.19	+ 9 9 26.7
14998	19	8—9	10 22.42	+ 8 47 55.9
15171	20	9	18 45.64	+ 8 53 56.7
15262	21	8	22 23.53	+ 8 34 0.2
15415	22	7—8	28 20.03	+ 8 30 1.4
6167	23	9.0	28 56.39	+ 9 8 25.3
15544	24	8	35 10.33	+ 9 4 37.7
6207	25	8.6	37 12.08	+ 8 35 21.6
6220	26	8.4	41 16.33	+ 9 19 58.1
15799	27	9	45 32.17	+ 8 38 17.0
15806	28	8—9	45 47.37	+ 8 38 42.8
15816	29	7—8	46 17.39	+ 8 45 17.9
			Zone IV	
14917	30	8	$12^h 6^m 53^s.19$	$+9^\circ 51' 51''.2$
15007	32	8—9	10 42.71	+ 9 35 27.1
15132	33	8	17 9.64	+10 24 3.1
6128	33a	9.2	22 25.76	+ 9 41 27.5
15379	34	8—9	26 34.24	+10 49 23.2
15410	35	6—7	27 59.36	+10 50 50.6
6195	36a	8.9	35 18.44	+ 9 40 48.8
6213	38a	9.3	38 49.96	+ 9 35 59.8
15691	39	8—9	41 15.96	+10 3 4.2
15755	N=40	8—9	43 41.29	+ 9 44 8.3

A.G.*) Leipzig	Sn*)	mg	α_{1900}	δ_{1900}
			Zone V	
4505	41	8.5	$12^h 6^m 52^s.76$	$+11^\circ 50' 54''.0$
4510	42	8.5	7 40.56	+11 40 4.3
4549	43	8.6	14 49.13	+11 2 24.6
4559	44	9.0	17 57.54	+11 57 31.3
4595	45	8.3	24 28.53	+12 2 39.3
4611	46	8.2	29 17.25	+11 28 28.5
4643	47	8.7	35 36.62	+11 28 46.7
4644	48	9.5	35 41.92	+12 18 54.3
4670	49	8.7	40 58.93	+11 6 44.4
4695	50	9.3	44 21.91	+11 32 6.1
(4697)	(50a)	8.7	44 50.78	+11 32 28.1
			Zone VI	
4513	51	8.8	$12^h 8^m 0^s.34$	$+13^\circ 37' 1''.2$
4514	52	9.1	8 0.39	+12 29 51.0
4555	53	9.1	16 29.64	+13 1 39.9
4564	54	8.7	18 38.15	+12 28 30.0
4597	55	8.7	24 52.18	+12 30 27.5
4601	56	8.5	25 45.63	+13 2 22.8
4654	57	9.3	38 5.71	+12 28 47.3
4655	58	8.8	38 6.32	+13 17 31.3
4660	58a	9.1	39 31.80	+13 24 51.4
4685	59	9.0	42 56.83	+12 49 52.3
(4701)	(60)	9.0	45 21.82	+12 58 52.5
			Zone VII	
4507	61	8.5	$12^h 6^m 53^s.50$	$+14^\circ 37' 36''.8$
4508	62	9.1	6 57.27	+13 50 0.0
4522	62a	8.9	9 56.30	+14 49 13.8
4543	63	9.0	13 55.57	+13 55 22.3
4565	64	9.2	18 50.58	+14 41 29.9
4606	65	9.3	26 52.02	+14 10 29.7
4608	66	9.0	28 10.55	+14 33 5.2
4612	67	9.3	35 13.88	+13 58 46.0
4650	68	8.7	37 1.18	+14 42 26.8
4692	68a	8.9	43 51.23	+14 35 42.6
4691	68b	8.3	43 49.19	+14 34 51.9
4694	69	9.1	44 19.02	+14 19 6.7
4698	70	9.3	44 54.08	+14 18 47.9
			Zone Ia	
6039	71	8.9	$12^h 6^m 44^s.08$	$+7^\circ 29' 35''.3$
6043	72	8.7	7 16.44	+ 6 37 18.6
6105	73	8.7	17 48.81	+ 6 28 32.3
6106	74	9.3	17 59.54	+ 7 23 56.4
6140	75	9.0	24 16.81	+ 6 52 39.5
6146	76	8.5	25 34.31	+ 7 40 26.3
6156	76a	9.4	27 4.18	+ 6 47 38.9
6191	77	9.4	34 38.32	+ 6 39 56.8
6193	77a	9.4	35 4.53	+ 6 43 18.9
6210	78	9.4	38 21.29	+ 6 59 41.7
6234	78a	8.4	43 39.05	+ 7 27 9.2
6236	79	9.5	43 51.15	+ 7 19 35.8
6241	80	9.2	45 15.62	+ 6 28 56.2

*) Die in Klammern gesetzten Sterne sind wegen ihrer Helligkeit oder wegen ihres zum Messen ungeeigneten Aussehens auf der Platte bei der definitiven Reduction ausgeschlossen worden.

VI. Die Messungen und die Ableitung der angenäherten Coordinaten.

Die für die Reduction der Nebelmessungen in Betracht kommenden Beobachtungen wurden an folgenden 66 Tagen vorgenommen:

Zone I

1. 1899 Sept. 25
2. » » 27
3. » » 28
4. » » 29
5. » Oct. 24

Zone II

1. 1899 Oct. 30
2. » Nov. 4
3. » » 8
4. » » 17
5. » » 20
6. » » 22 a. m.
7. » » 22 p. m.

Zone III

1. 1899 Nov. 24
2. 1900 Jan. 20
3. » » 23
4. » » 24
5. » » 25
6. » » 26

Zone IV

1. 1900 Febr. 7
2. » » 10
3. » » 12
4. » » 13
5. » » 14
6. » » 15 a. m.
7. » » 15 p. m.
8. » » 20
9. » » 21
10. » » 23

Zone V

1. 1900 Sept. 6
2. » » 7
3. » » 8 a. m.
4. » » 8 p. m.

Plattenconstanten:

1. 1900 Febr. 11
2. » » 26
3. » Aug. 22
4. » » 25
5. » Sept. 5
6. » » 28
7. » Nov. 5
8. » » 9
9. » » 29

Zone VI

1 1900 Sept. 12 a. m.
2. » » 12 p. m.
3. » » 13 a. m.
4. » » 13 p. m.
5. » » 14 a. m.
6. » » 14 p. m.
7. » » 15
8. » » 18 a. m.
9. » » 18 p. m.

Zone VII

1a. 1900 Nov. 13
1. » » 15
2. » » 16
3. » » 17
4. » » 19
5. » » 20
6. » » 22
7. » » 23 a. m.
7a. » » 23 p. m.
8. » » 26

Zone Ia

1a. 1900 Nov. 14
1. » » 27 a. m.
2. » » 27 p. m.
3. » » 28 a. m.
4a. » » 28 p. m.
4. » » 29 a. m.

Das durch diese Messungen erworbene Beobachtungsmaterial ist aus verschiedenen Gründen nicht homogen, so dass von einer einheitlichen Reduction aller Messungen nicht die Rede sein kann. Selbst die Beobachtungen einer einzelnen Zone lassen sich nicht stets gemeinsam reduciren. Es liegt dies in erster Linie daran, dass während der Beobachtungen und durch dieselben erst die Frage nach der besten Anordnung der Messungen studirt werden musste. Wie bereits erwähnt, ist bei Zone I und II sowie Zone III 1 *) die Platte nach anderen Gesichtspuncten orientirt gewesen, als bei Zone III—Ia. Für die ersten 13 Beobachtungstage konnte von einer Bestimmung von q und i sowie s und s' zur Berechnung der Glieder $\delta\alpha$ und $\delta\delta$ (cf. (56a) p. 34) nicht die Rede sein, da eine Auswahl von »Hauptsternen« bis dahin nicht geschehen war. Der 14. Beobachtungstag — der 20. Januar — schliesst sich den früheren noch an, weil sich die Durchführung einer noch genaueren Justirung der Platte zwischen ihm und dem nächsten Messungstag als angemessen herausstellte.

Ein zweiter wesentlicher Gesichtspunct für die Reduction der Messungen wird durch die wissentlich und durch die unwissentlich eingetretenen Aenderungen in der Plattenaufstellung gegeben.

Wissentlich wurde die Plattenjustirung geändert:

1. Zwischen dem 29. September und dem 24. October 1899: Drehung der Platte im Positionswinkel,
2. Zwischen dem 22. und 24. November 1899: Drehung der Platte im Positionswinkel und Distanzvergrösserung,
3. Zwischen dem 24. November 1899 und dem 20. Januar 1900: Vornahme verschiedenartiger Orientirungsversuche und Fortnahme der Platte behufs Ausmessung anderer Platten,
4. Zwischen dem 20. und 23. Januar 1900: Drehung der Platte im Positionswinkel und Distanzvergrösserung,
5. Zwischen dem 26. Februar und 22. August 1900: Fortnahme der Platte behufs Bestimmung der Schraubenfehler, Ausmessung anderer Platten etc.,
6. Zwischen dem 5. und 9. November 1900: Distanzverringerung.

*) Weiterhin ist jeder Beobachtungstag durch eine römische Zahl, die Zone angebend, und eine arabische Zahl, den Tag angebend, bezeichnet.

Ausser diesen Aenderungen in der Plattenjustirung sind natürlich infolge der langen Zeiträume, über die sich die Messungen erstrecken, unwissentliche Veränderungen eingetreten, über welche die Messungen selbst Aufschluss geben. Jedoch hat sich gezeigt, dass man folgende Zonenmessungstage, zwischen denen wissentlich keine Veränderung vorgenommen wurde, zusammenfassen konnte:

1. 1899 Sept. 25—Sept. 29
2. » Oct. 30—Nov. 8
3. » Nov. 20—Nov. 22
4. 1900 Jan. 23—Jan. 26
5. » Febr. 10—Febr. 23
6. » Sept. 6—Sept. 8
7. » Sept. 12—Sept. 18
8. » Nov. 15—Nov. 26
9. » Nov. 27—Nov. 29

also Messungsreihen, welche bis zu einer Anzahl von 13 Tagen auseinander liegen, allerdings unter Berücksichtigung einer gewissen Tagesconstanten. Diejenigen Plattenconstanten, welche nur angenähert bestimmt zu werden brauchen, lassen sich jedoch sogar aus Beobachtungen mit noch grösserer Zwischenzeit ermitteln.

In dritter Linie beruht die Inhomogenität der Messungen auf der Anwendung des Reversionsprismas. Die Zonen V, VI, VII und Ia sind unter Beobachtung jedes Objectes in beiden Lagen des Prismas gemessen worden. Hiermit hängt die Anzahl der Einstellungen auf ein Object zusammen:

In Rectascension wurden nur 2 Einstellungen gemacht:

1899 Sept. 25—1899 Nov. 24

unter jedesmaliger Ablesung beider Mikroskope, dagegen 4 Einstellungen vom 20. Januar 1900 an unter Ablesung je eines Mikroskopes in symmetrischer Anordnung: Mikroskop I, II, II, I.

In Declination wurden nur 4 Einstellungen gemacht:

1899 Sept. 25—1900 Febr. 26;

dagegen 8 Einstellungen vom 22. August 1900 an.

Schliesslich ist noch in Bezug auf die Art der Montirung der Platte zu bemerken, dass die Platte bei den Messungen vor dem 22. August 1900 noch in der provisorischen Art auf dem zum Plattenträger hergerichteten Theodolithen montirt war. Erst von diesem Tage an erhielt die Platte ihre Aufstellung auf dem — eigentlich für Platten des Bruce-Teleskops bestimmten — Plattenstativ.

Nach Angabe dieser speciellen Daten hinsichtlich der Inhomogenität des Beobachtungsmaterials mag zunächst die Anlage der Beobachtungshefte durch ein Beispiel dargestellt werden. Wegen der nothwendigen Veränderung des Platzes des Beobachters zur Ablesung der Declination und der Rectascension wurden für die beiden Coordinaten getrennte Hefte benutzt, deren Anlage die folgende ist:

Declination

1011 Sept. 13 a. m.	Kreis	Schraube P. R_δ	Schraube P. V_δ	Differenz gegen Mitte		δ^0_{1900}	Bemerkungen
neb. 254	347°0!4	12ᴿ21!48 20.94 III 21.44 21.09 21.24 21.11 −5 (−0.13)	20!82 20.98 21.11 21.01 20.98	12ᴿ21!06 4 11.89 − 8 9.17 −23′ 4!20 8 50.61 1.31 −31 56.12	+12°59′36!0 −31 56.1 +12 27 39.9 −0 48.7	+12°26′51!2	vF, pS or cS, dif vielleicht mit ✱ 254 a zusammenhängend
✱ 254 a		12ᴿ19!62 19.88 III 19.59 19.49 19.64 19.64 −11 (0.00)	19!44 19.72 19.66 19.70 19.63	12ᴿ19!53 4 11.89 − 8 7.64 −23′ 4!20 8 35.23 4.92 −31 44.35	+12°59′36!0 −31 44.4 +12 27 51.6 −0 48.7	+12°27′ 2!9	✱ 12.8
neb. 255		7ᴿ14!58 14.41 III 14.21 14.35 14.39 14.26 −20 (−0.13)	14!19 14.18 14.21 14.00 14.14	7ᴿ14!06 4 11.89 − 3 2.17 −11′47!48 1.31 −11 48.79	+12°59′36!0 −11 48.8 +12 47 47.2 −0 48.7	+12°46′58!5	vF, vS, ph ✱ 14. [δ gut
✱ 59		6ᴿ21!14 21.26 III 21.20 21.26 21.22 21.32 0 (+0.10)	21!40 21.51 21.42 21.39 21.43	6ᴿ21!32 4 11.89 − 2 9.43 − 8′50!61 3.31 − 8 53.92	+12°59′36!0 −8 53.9 +12 50 42.1 +12 49 52.3 −0 49.8 −1.1		
✱ 56		13ᴿ11!81 11.92 II 12.11 11.99 11.96 12.12 −17 (+0.16)	12!32 12.19 12.28 12.28 12.27	14ᴿ10!02 13 11.95 +0 28.07 +3′35!32 0.54 +3 35.86	+12°59′36!0 +3 35.9 +13 3 11.9 +13 2 22.8 −0 49.1 −0.4		

Rectascension

1011 Sept. 13 a. m.	P. R_α Mikr. I	P. R_α II	P. V_α I	P. V_α II		α^0_{1900}	Bemerkungen
neb. 254	18ʰ 7ᵐ 3ˢ72 3.96 3.84 3.60 3.66 0 (+0.06)	3ˢ38 3.32 3.35	3ˢ79 4.01 3.90 3.71	3ˢ51 3.52 3.52		18ʰ 7ᵐ 3ˢ66 −5 35 30.50 12 31 33.16	
✱ 254 a	18ʰ 7ᵐ 5ˢ69 5.86 5.78 5.54 5.44 0 (−0.10)	5ˢ31 5.28 5.30	5ˢ34 5.60 5.47 5.34	5ˢ19 5.25 5.22		18ʰ 7ᵐ 5ˢ44 −5 35 30.50 12 31 34.94	
neb. 255	18ʰ 7ᵐ13ˢ29 13.38 13.34 13.05 13.04 0 (−0.01)	12ˢ73 12.78 12.76	13ˢ32 13.33 13.32 13.03	12ˢ72 12.75 12.74		18ʰ 7ᵐ13ˢ04 −5 35 30.50 12 31 42.54	α gut
✱ 59	18ʰ18ᵐ27ˢ39 27.52 27.46 27.38 27.50 0 (+0.12)	27ˢ21 27.38 27.30	27ˢ59 27.78 27.68 27.62	27ˢ49 27.61 27.55	27ˢ50 56.83 30.67	18ʰ18ᵐ27ˢ50 −5 35 30.50 12 42 57.00 −0.17	
✱ 56	18ʰ 1ᵐ16ˢ41 16.31 16.36 16.13 16.23 0 (+0.10)	15ˢ98 15.81 15.90	16ˢ51 16.44 16.18 16.33	16ˢ23 16.12 16.48	16ˢ23 45.63 30.60	18ʰ 1ᵐ16ˢ23 −5 35 30.50 12 25 45.73 −0.10	

1. Declination.

Die erste Columne, welche oben die Plattennummer und den Messungstag angibt, enthält die Bezeichnung des zu messenden Objectes, die zweite Columne die Ablesung des Declinationskreises, welche für die Mitte der Zone gilt, die dritte und vierte Columne die Ablesungen der Schraube für die eigentlichen Mikrometermessungen. Hierzu ist zu bemerken, dass die Messungen der dritten Columne derjenigen Stellung des Reversionsprismas entsprechen, bei welcher rechts und links, d. i. nördlich und südlich, nicht vertauscht sind, während die Messungen der vierten Columne bei rechts und links vertauschtem Bilde gemacht sind. Die Schraubenablesungen sind in Rev. und partes gegeben **($1^R = 30$ partes)**. Die vorgedruckte römische Ziffer bedeutet die Nummer des beweglichen Fadens, mit welchem die Einstellung geschah: I nördlichster, III südlichster Faden. Die Columnen 3 und 4 enthalten auch noch die nöthigen Mittelbildungen, sowie die an das Schlussmittel — der früher gegebenen Tafel zu entnehmenden — anzubringenden Schraubenfehler, ferner, in Klammern gesetzt, den persönlichen Einstellungsfehler: $\frac{1}{2}\,(PV\delta - PR\delta)$.

Die fünfte Columne dient zur Berechnung der Declinationsdifferenz gegen die Zonenmitte, zuerst in Rev. und partes, dann in Bogensecunden. Für die Bildung dieser Differenz wurden die Coincidenzen der beweglichen Fäden mit dem festen Fadenpaar (Mittel) unter Berücksichtigung der Schraubenfehler bestimmt zu:

I	$15^R 12^p.04$
II	14 10.02
III	4 11.89

Da die Beobachtungen immer bei nahe gleicher Temperatur ausgeführt wurden, so war eine Veränderlichkeit der Coincidenzen als Function der Temperatur nicht anzunehmen. Die obigen Coincidenzen liegen daher allen Reductionen zu Grunde.*) Das Vorzeichen der Differenz ist leicht controlirbar durch die Regel: Faden I, II: +, Faden III: —, da für Objecte südlich von der Zonenmitte nur Faden III benutzt worden ist. Die Umwandlung in Bogensecunden geschah mit einer Tafel, welche bis zu $6^R 10^p$ den entsprechenden Werth in Bogensecunden von pars zu pars tabulirt gab, und ausserdem mit zwei Täfelchen für Zehntel- bezw. Hundertel-partes versehen war. Der Umwandlung liegt der folgende Werth zu Grunde:

$$1^p = 7''690$$

Die sechste Columne enthält die Berechnung der ersten — ganz rohen — Bestimmung der Declination, sowie die an diesen Werth anzubringende Tagesconstante $\varkappa'_0$, welche sich aus den Vergleichungen: Catalog—Beobachtung für die Vergleichsterne ergibt. Als erster roher Werth für die Declination der Zonenmitte wurde die Kreisablesung der Columne 2 zu Grunde gelegt. Bei den Vergleichsternen ist schliesslich noch der Werth n':

$$n' = \delta_{1900} - (\delta' + \varkappa'_0)$$

angegeben, welcher den Bedingungsgleichungen zur Bestimmung der Reductionsconstanten zu Grunde zu legen ist.

Die siebente Columne enthält die zweite — die eigentlich angenäherte — Bestimmung der Declination des unbekannten Objects für 1900. Die hieran anzubringenden Correctionen sind nicht in die Bücher eingetragen, sondern der besseren Uebersichtlichkeit halber auf besonderen Bögen berechnet und angebracht worden.

Die letzte Columne ist den Bemerkungen gewidmet. Es sei hierbei erwähnt, dass der Verfasser es von Zone V an vorgezogen hat, zuerst die Zone nach Nebeln nur abzusuchen und dabei gleich eine rohe Einstellung sowie eine kurze Beschreibung derselben zu machen, damit die eigentlichen Messungen nachher ungestörter von Statten gehen konnten, wodurch sicher ein homogeneres Beobachtungsmaterial als früher erzielt worden ist.

2. Rectascension.

Die Columne 1 entspricht der ersten des Declinationsbuches. Die Columnen 2—5 enthalten die Kreisablesungen, wobei stets die Einstellung auf den vorangehenden Strich über der auf den folgenden steht. Die Reihenfolge der Mikroskope ist I, II, I, II, obwohl die Ablesung in symmetrischer Anordnung geschah. Die beiden Einstellungen, bei welchen oben und unten, d. i. vorangehend und folgend, nicht vertauscht waren, stehen wieder voran — Prisma R_α. Die Columnen 2—5 dienten auch gleich für die nöthigen Mittelbildungen, den Run, die Reduction wegen Neigung des Fadens**), sowie den persönlichen Einstellungsfehler: $\frac{1}{2}\,(PV_\alpha - PR_\alpha)$.

---

*) Das p. 30 erwähnte Glied dritter Ordnung ist nicht angebracht.

**) Es wurde dafür gesorgt, dass die Neigung des Fadens klein genug war, um stets vernachlässigt werden zu können, wie sich aus einigen gelegentlich ausgeführten Prüfungen ergab.

Die sechste Columne dient zur Bildung der Differenz:

Catalog—Beobachtung

für die Vergleichsterne; die siebente Columne enthält die Berechnung der angenäherten Rectascension jedes Objectes unter Benutzung der Tagesconstanten $\varkappa^0$, welche sich aus den eben erwähnten Differenzen ergibt. Bei den Vergleichsternen ist wieder:

$$n = \alpha_{1900} - (\alpha' + \varkappa_0)$$

beigefügt.

Ehe nun eine Uebersicht über die Zahlenwerthe gegeben wird, aus welchen die Tagesconstanten $\varkappa_0$ und $\varkappa_0'$ abgeleitet worden sind, möge einiges über die Stabilität der Aufstellung während einer Messungsreihe gesagt werden. Bei der grösseren Anzahl der Beobachtungstage wurden einzelne Sterne als »Hauptanschlusssterne« zu Anfang und zu Ende der Messungsreihe eingestellt. Bezeichnet man mit α_1^0, δ_1^0 die angenäherten Coordinaten der ersten Messung, α_2^0, δ_2^0 die der zweiten, so geben:

$$\frac{1}{2}(\alpha_2^0 - \alpha_1^0) \text{ und } \frac{1}{2}(\delta_2^0 - \delta_1^0)$$

die grössten Beträge, welche an eine einzelne Messung anzubringen sind, um sie auf die Mitte der Beobachtungszeit wegen etwaiger zeitlicher Aenderungen in der Aufstellung z. B. durch Temperaturwirkungen infolge der Anwesenheit des Beobachters zu reduciren. Die folgenden Tabellen geben diese Beträge für die einzelnen Sterne und die Mittel hieraus für den einzelnen Beobachtungstag.

$$\frac{1}{2}(\delta_2^0 - \delta_1^0).$$

Zone I	Tag 1	3	4	5
✱ 1	+0″.7	−0″.4	+0″.6	+1″.0
2	−1.8	+0.2	+0.6	−0.3
3	−0.7	−0.1	(+3.3)	−0.5
5			(+1.7)	+0.9
Mittel	−0.6	−0.1	+0.6	+0.3

II	1	2	3	5	6	7
✱ 6	+0″.2	−0″.4	+0″.8	−0″.2		
7	+1.1	−0.8	−0.7	−0.1	±0″.0	+0″.6
10		0.0	−1.0	−0.1	−0.3	0.0
12				0.0	+0.6	+0.3
13				(−1.2)		
14				−0.3		
Mittel	+0.6	−0.4	−0.3	−0.2	+0.1	+0.3

III	1	2	3	4	6
✱ 17		+0″.2	−0″.6	+0″.2	+0″.4
18				+0.6	
7	−0″.3				
21	−0.5				
22	−0.1	±0.0			
23	−0.3		−1.1		+0.4
24	+0.6				
28		−0.5	−1.0		+0.6
Mittel	−0.1	−0.1	−0.9	+0.4	+0.5

IV	2	3	7	9
✱ 30	0″.0		−0″.4	
32	+0.7			
33		0″.0	+0.5	
33a		+0.3	+0.2	
38a				−0″.7
Mittel	+0.3	+0.2	+0.1	—

Zone V	Tag 2	3	4
✱ 42	−0″.7	−0″.8	−0″.5
44	−0.9	−0.4	−0.6
45	−0.6	−0.8	+0.2
Mittel	−0.7	−0.7	−0.3

VI	2	3	4	5	7	8
✱ 52	±0″.0					−1″.0
55	−0.9	±0″.0	±0″.0	±0″.0	−0″.3	+0.2
56	−0.7	−0.4		−0.1	−0.1	−0.2
59	−0.9	0.0				−0.3
Mittel	−0.6	−0.1	—	−0.1	−0.2	−0.3

VII	1a	2	3	6	7
✱ 61	−0″.3	−0″.6		−0″.2	−0″.3
62	−0.8	+0.9	−0.6	−1.0	
62a	±0.0				
63	+0.7				
66		−0.5	−0.7	±0.0	−0.5
70		−0.9	−0.1	−0.1	−0.4
Mittel	−0.1	−0.3	−0.5	−0.3	−0.4

Ia	2	3
✱ 72	±0″.0	
76a	+0.1	+0″.3
80	+0.4	
Mittel	+0.2	—

$\frac{1}{2}(a_2{}^0 - a_1{}^0)$.

Zone I	Tag 1	3	4	5
✱ 1	$-0^s.02$	$-0^s.02$	$-0^s.01$	$-0^s.02$
2	−0.04	−0.01	+0.02	0.00
3	−0.01	+0.03	−0.06	+0.02
5			−0.01	−0.04
Mittel	−0.02	0.00	−0.02	−0.01

II	1	2	3	5	6	7
✱ 6	$+0^s.06$	$-0^s.01$	$0^s.00$	$-0^s.01$		
7	+0.01	−0.05	+0.04	−0.06	$+0^s.05$	$-0^s.04$
10		+0.03	+0.01	−0.05	0.00	−0.09
12				0.00	+0.01	−0.10
13				−0.02		
14				−0.10		
Mittel	+0.03	−0.01	+0.02	−0.04	+0.02	−0.08

III	1	2	3	4	5	6
✱ 17		$-0^s.06$	$-0^s.09$	$-0^s.01$		$-0^s.06$
18				−0.01		
7	$-0^s.03$		−0.04			
21	−0.01					
22	±0.00	−0.02				
23	−0.01		−0.03		$-0^s.01$	−0.10
24	−0.04					
28		±0.00	±0.00			−0.11
Mittel	−0.02	−0.03	−0.04	−0.01	—	−0.09

IV	2	3	7	9
✱ 30	$\pm 0^s.00$		$-0^s.03$	
32				
33		$+0^s.03$	−0.06	
33a	−0.01	−0.06	−0.06	
38a				$+0^s.10$
Mittel	±0.00	−0.02	−0.05	—

Zone V	Tag 2	3	4
✱ 42	$+0^s.04$		$-0^s.05$
44	−0.02	$-0^s.01$	+0.02
45	+0.03	−0.01	−0.03
50			+0.04
Mittel	+0.02	−0.01	−0.01

VI	2	3	5	7	8
✱ 52	$-0^s.06$				$-0^s.04$
55	−0.05		$-0^s.02$	$-0^s.06$	−0.05
56	+0.04	$\pm 0^s.00$	±0.00	−0.04	−0.02
59	−0.05	±0.00			+0.04
Mittel	−0.03	±0.00	−0.01	−0.05	−0.02

VII	1	2	3	6	7	8
✱ 61				$-0^s.05$		$+0^s.10$
62		$-0^s.05$	$0^s.00$			
65	$-0^s.02$					
66		+0.01	0.00	−0.07	$-0^s.01$	
70			−0.02	−0.02		
Mittel	—	−0.02	−0.01	−0.05	—	—

Ia	2	3
✱ 72	$0^s.00$	
76a	−0.03	$-0^s.01$
80	−0.03	
Mittel	−0.02	—

Hieraus lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

1. In Declination sind die Tagesmittel (wenn man von den Fällen, wo nur ein Stern beobachtet ist, absieht)

in 11 Fällen positiv
» 21 » negativ.

In Rectascension:

in 4 Fällen positiv
» 23 » negativ
» 3 » gleich Null.

Es ist also sowohl in Declination als auch namentlich in Rectascension ein geringer Einfluss durch den Beobachter in dem Sinne zu bemerken, dass die Declinations- und Rectascensionswerthe allmählich kleiner ausfallen.

2. Die Beträge der Tagesmittel sind aber klein genug, um für die Bestimmung von Positionen von Nebelflecken vernachlässigt werden zu können. Die folgende Uebersicht gibt ein Bild über die Grössenordnung der vernachlässigten Reduction, indem sie angibt, in wie vielen Fällen ein gewisser Betrag des Tagesmittels erreicht wurde.

In δ	Anzahl	In α	Anzahl
0."0	0	0.^{s}00	3
0.1	8	0.01	7
0.2	4	0.02	10
0.3	8	0.03	3
0.4	3	0.04	2
0.5	2	0.05	3
0.6	4	0.06	0
0.7	2	0.07	0
0.8	0	0.08	1
0.9	1	0.09	1

Es bedarf jetzt hinsichtlich der Ableitung der $\varkappa_o$ und $\varkappa_o'$ noch einer Bemerkung. Es war bei Beginn der Messungen und Reductionen der Gedanke naheliegend, dass man vielleicht eine grössere Genauigkeit der Resultate erzielen könne, wenn man die relativ grossen Beträge, bis zu welchen die Differentialrefraction bei einer Platte mit so grossem Gesichtsfeld wie dem der vorliegenden anwachsen kann, nicht aus den Messungen selbst mitbestimmt, sondern sie vorher berechnet und in Rücksicht zieht. Es wurden daher die Beträge von $d(\Delta\alpha)$ und $d(\Delta\delta)$ nach der Kapteyn'schen Formel*) für 25 Puncte der Platte berechnet unter Anwendung der Refractionsconstanten:

$$\varkappa = \varkappa_{\text{Bessel}} \left\{1 + \frac{1}{65}\right\}.$$

Bei Zone I und II wurden in Declination die $d(\Delta\delta)$ auch thatsächlich subtractiv angebracht an den beobachteten Declinationswerth, während auf diese Grössen sonst nicht Rücksicht genommen wurde, da sie nur eine Complication der Reductionsarbeit bewirken, ohne einen wirklichen Vortheil zu gewähren. Diese Refractionstabellen mögen trotzdem hier für beide Coordinaten mitgetheilt werden, da sie ein interessantes Bild über den Einfluss der Differentialrefraction auf die Voigtländer-Platten gewähren.

$+ d(\Delta\alpha)$

$\Delta\delta$ / $\Delta\alpha$	$+24^m$	$+12^m$	0^m	-12^m	-24^m
$+4°$	+0.^{s}40	+0.^{s}18	−0.^{s}03	−0.^{s}25	−0.^{s}48
$+2°$	+0.41	+0.19	−0.02	−0.23	−0.46
$0°$	+0.42	+0.21	0.00	−0.21	−0.44
$-2°$	+0.44	+0.23	+0.02	−0.19	−0.42
$-4°$	+0.46	+0.25	+0.05	−0.16	−0.39

$+ d(\Delta\delta)$

$\Delta\delta$ / $\Delta\alpha$	$+24^m$	$+12^m$	0^m	-12^m	-24^m
$+4°$	+5."3	+5."8	+6."5	+7."3	+8."2
$+2°$	+2.2	+2.7	+3.3	+4.1	+5.1
$0°$	−1.2	−0.6	0.0	+0.8	+1.8
$-2°$	−4.7	−4.2	−3.5	−2.7	−1.8
$-4°$	−8.4	−7.9	−7.3	−6.5	−5.5

Damit ist alles erwähnt, was über die Ableitung der nunmehr folgenden Differenzen

$\alpha - \alpha'$ und

$\delta - \delta'$ (bezw. $\delta - \delta' - d(\Delta\delta)$ für Zone I und II),

aus welchen die Tagesconstanten $\varkappa_o$ und $\varkappa_o'$ abzuleiten sind, zu bemerken ist.

In allen Tafeln sind die Sterne der Rectascension nach geordnet.

Zone I.

$\delta - \delta' - d(\Delta\delta)$

✱	1	2	3	4	5
1	+1′ 25."5	+1′ 36."8	+1′ 33."1	+1′ 26."1	+1′ 25."1
2	+1 18.3	+1 30.1	+1 24.8	+1 19.4	+1 19.4
3	+1 19.9	+1 33.7	+1 28.3	+1 24.7	+1 23.0
5			+1 26.7	+1 20.4	+1 21.1
$\varkappa_o'$	+1 21.2	+1 33.5	+1 28.7	+1 23.4	+1 22.5

*) cf. Bulletin T. I p. 101.

Zone II.

$\delta - \delta' - d(\Delta\delta)$

★	1	2	3	4	5	6	7
6a				+1′ 15.4			
6	+1′ 37″.6	+1′ 34″.6	+1′ 36″.4	+1 15.0	+1′ 22″.0	+1′ 20″.4	+1′ 21″.3
7	+1 39.4	+1 35.1	+1 36.5	+1 14.1	+1 23.7	+1 22.7	+1 22.5
8				+1 15.7			
9				(+1 19.4)			
10	+1 37.5	+1 33.6	+1 35.4	+1 15.5	+1 25.1	+1 23.7	+1 23.8
11				(+1 20.3)			
12	+1 37.7		+1 36.1	+1 17.2	+1 26.2	+1 24.4	+1 24.7
13				+1 17.2	+1 26.6		
15				(+1 22.7)			
14	+1 38.1		+1 34.9	+1 19.2	+1 29.4	+1 28.3	+1 27.2
16				+1 16.0	+1 25.1	+1 25.9	+1 23.8
$\varkappa_0'$	+1 38.2	+1 34.4	+1 36.1	+1 14.9	+1 23.6	+1 22.3	+1 22.5

Zone III.

$\delta - \delta'$

★	1	2	3	4	5	6
17	+0′ 1″.3	−1′ 57″.3	−2′ 15″.1	−2′ 4″.2	−2′ 5″.8	−2′ 6″.2
18	+0 0.1	−1 57.8	−2 16.7	−2 5.1	−2 8.7	
19	−0 0.7	−1 58.6	−2 19.1	−2 7.0	−2 10.4	
20	+0 0.9	−2 0.0		−2 3.6	−2 5.3	−2 4.4
7	−0 0.3		−2 17.8	−2 5.0	−2 9.1	−2 5.6
21	+0 0.4					
22	+0 2.5	−1 58.2				
23	+0 0.2	−2 2.1	−2 15.9	−2 7.2	−2 9.4	−2 7.7
24	+0 1.9	−2 3.0	−2 16.4	−2 7.0	−2 8.1	
25	+0 3.0					
26	+0 1.1					
27	+0 0.2					
28	−0 1.2	−2 6.6	−2 17.0	−2 7.6	−2 10.7	−2 9.8
29	−0 0.9					
$\varkappa_0'$	+0 0.3	−2 0.9	−2 16.7	−2 6.4	−2 8.8	−2 8.2

Zone IV.

$\delta - \delta'$

★	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
30	−2′ 15″.4	−2′ 27″.7	−2′ 15″.5	−2′ 14″.4	−2′ 5″.7	−2′ 6″.7	−2′ 8″.2	−2′ 1″.3		
32	−2 17.0	−2 30.1	−2 16.7	−2 11.4	−2 7.1	−2 7.6		−2 1.8		
33	−2 16.1	−2 31.3	−2 16.7	−2 13.5	−2 5.2	−2 6.5	−2 6.4	−2 3.3		−2′ 6″.8
33a	−2 17.4	−2 30.3	−2 17.5	−2 12.2	−2 4.9	−2 7.7	−2 7.6	−2 3.9		−2 6.9
				−2 15.7			−2 8.2			
34	−2 15.0	−2 29.9	−2 16.1		−2 3.0		−2 5.6	−2 1.2	−2′ 0″.9	
35		−2 31.0		−2 11.7	−2 3.5	−2 5.4		−2 0.9	−2 1.4	−2 3.6
36a	−2 16.3	−2 31.1	−2 16.8	−2 11.6	−2 4.8	−2 7.6	−2 8.3	−2 3.6		−2 6.5
38a		−2 33.1	−2 17.3	−2 14.3	−2 5.3	−2 8.5	−2 9.7	−2 5.9	−2 5.5	−2 9.4
39	−2 18.1	−2 29.9			−2 4.8			−2 4.9	−2 4.1	−2 6.8
40	−2 20.6	−2 32.9	−2 16.6	−2 13.0	−2 5.8	−2 9.9	−2 10.6	−2 5.6	−2 7.1	−2 9.5
$\varkappa_0'$	−2 17.2	−2 31.1	−2 16.7	−2 13.2	−2 5.3	−2 7.8	−2 8.5	−2 3.9	−2 4.5	−2 7.8

Zone V.

$\delta - \delta'$

✱	1	2	3	4
41	−1′ 13″.3			−1′ 11″.0
42	−1 13.8	−1′ 12″.4	−1′ 11″.6	−1 11.0
43	−1 14.2			−1 11.1
44	−1 12.5	−1 12.2	−1 10.4	−1 10.0
45	−1 16.0	−1 15.6	−1 13.2	−1 13.1
46	−1 12.2			−1 9.9
47	−1 16.5			−1 15.9
48	−1 13.1			−1 10.9
49	−1 16.4			−1 14.8
50	−1 15.0	−1 13.7		−1 12.1
50a	−1 15.6			
$\varkappa_0'$	−1 14.3	−1 13.6	−1 12.2	−1 12.0

Zone VI.

$\delta - \delta'$

✱	1	2	3	4	5	6	7	8	9
51	−0′ 51″.0								−0′ 49″.2
52	−0 47.2	−0′ 46″.8	−0′ 47″.1		−0′ 45″.7	−0′ 45″.8	−0′ 43″.5	−0′ 44″.2	−0 46.4
53	−0 50.6								−0 49.1
54	−0 50.8								−0 48.2
55	−0 50.3	−0 48.4	−0 47.8	−0′ 48″.6	−0 47.6	−0 47.2	−0 46.0	−0 46.7	−0 47.1
56	−0 49.9	−0 50.1	−0 49.6	−0 50.0	−0 49.6	−0 51.1	−0 47.2	−0 49.6	−0 49.8
57	−0 48.9								−0 46.8
58	−0 48.5								−0 47.0
58a	−0 49.6	−0 50.4							−0 48.0
59	−0 50.1	−0 49.4	−0 49.8		−0 49.7	−0 50.2	−0 48.6	−0 48.9	−0 49.3
60									−0 50.3
$\varkappa_0'$	−0 49.7	−0 49.0	−0 48.7	−0 49.0	−0 48.2	−0 48.7	−0 46.4	−0 47.8	−0 48.1

Zone VII.

$\delta - \delta'$

✱	1a	2	3	4	5	6	7	8
61	−0′ 53″.8	−1′ 2″.2	−1′ 0″.2		−0′ 59″.3	−0′ 59″.2	−0′ 58″.6	−0′ 59″.5
62	−0 53.4	−1 0.6	−1 0.6	−1′ 0″.8	−0 58.0	−0 58.4	−0 57.3	−0 58.3
62a	−0 52.6							−0 59.1
63	−0 48.9							−0 52.8
64	−0 48.3							−0 53.0
65	−0 48.5							−0 54.7
66	−0 48.3	−0 55.5	−0 55.2	−0 54.3	−0 53.2	−0 52.0	−0 51.6	−0 51.9
67	−0 52.1	−1 0.4	−0 59.8		−0 58.0	−0 56.3	−0 56.3	−0 56.8
68	−0 54.0							−0 58.2
68b	−0 56.2							−0 58.8
68a	−0 56.0							−0 59.7
69	−0 58.3					−1 1.5		−1 1.8
70	−0 58.8	−1 5.1	−1 4.8	−1 3.8	−1 3.6	−1 2.2	−1 0.7	−1 2.5
$\varkappa_0'$	−0 52.2	−0 59.6	−0 59.0	−0 58.7	−0 57.3	−0 56.5	−0 55.8	−0 56.7

Zone Ia.

$\delta-\delta'$

✱	1a	1	2	3	4
71	−0′ 53″.4	−0′ 51″.5			−0′ 50″.1
72	−0 47.7	−0 47.0	−0′ 46″.3	−0′ 44″.7	−0 46.9
(1)	−0 (52.1)	−0 (50.9)			−0 (49.6)
73	−0 55.2	−0 54.8			−0 53.5
74	−0 54.4	−0 53.8			−0 52.6
(2)	−1 (0.0)	−0 (57.9)			−0 (56.7)
75	−0 57.9	−0 55.9			−0 55.5
76	−1 0.1				
76a	−1 0.0	−0 58.2	−0 56.4	−0 56.6	
(3)	−0 (58.7)	−0 57.8			−0 (56.5)
77	−0 58.3	−0 57.4			−0 55.3
77a	−1 0.3				
78	−0 58.5	−0 56.7			−0 53.8
(5)	−0 (57.4)	−0 (54.1)			−0 (53.2)
78a	−1 0.5	−0 56.4			−0 54.8
79	−0 57.6	−0 57.3			−0 53.5
80	−0 57.0	−0 55.8	−0 52.4	−0 52.7	−0 53.1
$\varkappa_0'$	−0 57.0	−0 55.0	−0 53.1	−0 52.7	−0 52.9

Zone I.

$\alpha-\alpha'$

✱	1	2	3	4	5
1	−5ʰ35ᵐ11ˢ.97	12ˢ.57	12ˢ.55	12ˢ.27	12ˢ.14
2	12.58	13.03	13.05	12.82	12.80
3	12.20	12.64	12.74	12.50	12.44
5			12.08	12.11	12.06
$\varkappa_0$	−5 35 12.25	12.75	12.78	12.53	12.46

Zone II.

$\alpha-\alpha'$

✱	1	2	3	4	5	6	7
6a	−5ʰ35ᵐ —			10ˢ.71			
6	12ˢ.12	12ˢ.17	12ˢ.27	11.05	11ˢ.20	11ˢ.30	11ˢ.24
7	12.64	12.76	12.89	11.58	11.81	11.91	11.86
8				11.51			
10	12.55	12.59	12.76	11.62	11.81	11.90	11.86
12	13.12		13.17	12.32	12.20	12.52	12.44
13				12.26	12.14		
14	12.23		12.35	12.00	11.70	12.02	11.89
16				12.30	12.03	12.39	12.23
$\varkappa_0$	−5 35 12.53	12.58	12.69	11.81	11.81	12.01	11.92

Zone III.

$a - a'$

✱	1	2	3	4	5	6
17	$-5^h 35^m 12^s.42$	$67^s.16$	$67^s.79$	$67^s.72$	$67^s.70$	$67^s.70$
18	12.36	67.20	67.79	67.60	67.73	
19	12.78	67.52	67.95	67.75	67.82	
20	12.24	67.52		67.71	67.68	67.82
7	12.22		67.86	67.64	67.74	67.73
21	12.06					
22	12.28	68.12				
23	11.74	67.68	67.76	67.58	67.62	67.80
24	11.71	67.86	67.78	67.61	67.80	
25	11.25					
26	10.66					
27	10.61					
28	10.22	67.99	67.53	67.35	67.53	67.62
29	10.49					
x_0	−5 35 11.65	67.57	67.77	67.60	67.68	67.74

Zone IV.

$a - a'$

✱	1	2	3	4	5	6	7	8	10
30	$-5^h 36^m 7^s.66$	$7^s.52$	$7^s.46$	$7^s.62$	$7^s.94$	$7^s.90$	$7^s.83$	$7^s.66$	$7^s.69$
32	7.91	7.71	7.45	7.57	7.73	7.90		7.52	
33	7.64	7.18	7.30	7.51	7.76	7.71	7.66	7.54	7.51
33 a	7.78	7.34	7.47	7.61	7.84	7.90	7.70	7.74	7.57
B_2				7.59			7.66		
34	7.81	7.65	7.67		8.05		7.82	7.93	
35		7.37		7.53	7.82	7.73		7.76	7.57
36 a	7.52	7.22	7.38	7.31	7.60	7.56	7.50	7.54	7.54
38 a		7.13	7.17	7.13	7.49	7.43	7.44	7.32	7.27
39	7.82	7.72			7.96			7.81	7.82
40	7.53	7.53	7.65	7.63	7.69	7.76	7.67	7.82	7.66
x_0	−5 36 7.63	7.32	7.40	7.47	7.72	7.71	7.63	7.60	7.54

Zone V.

$a - a'$

✱	1	2	3	4
41	$-5^h 35^m 30^s.64$			$30^s.58$
42	30.73	$30^s.70$	$30^s.70$	30.66
43	30.64			30.65
44	30.61	30.58	30.63	30.60
45	30.84	30.80	30.84	30.88
46	30.94			30.91
47	31.10			31.13
48	30.80:			30.76
49	30.83			31.04
50	31.00	31.05		31.07
x_0	−5 35 30.81	30.80	30.82	30.83

Zone VI.

a—a'

*	1	2	3	4	5	6	7	8	9
51	$-5^{h}35^{m}30^{s}.62$								$30^{s}.49$
52	30.75	$30^{s}.43$	$30^{s}.49$		$30^{s}.53$	$30^{s}.45$	$30^{s}.41$	$30^{s}.38$	30.42
53	30.78								30.64
54	30.55								30.39
55	30.70	30.31	30.42	$30^{s}.42$	30.46	30.45	30.50	30.35	30.44
56	30.83	30.60	30.60	30.63	30.68	30.69	30.71	30.60	30.64
57	30.63								30.44
58	30.64								30.58
58 a	30.78	30.64							30.70
59	30.85	30.58	30.66		30.59	30.71	30.65	30.68	30.65
60	30.64								30.68
x_0	−5 35 30.71	30.46	30.50	30.50	30.54	30.55	30.55	30.47	30.55

Zone VII.

a—a'

*	1	2	3	4	5	6	7	8
61	$-5^{h}35^{m}30^{s}.32$	$30^{s}.36$	$30^{s}.30$		$30^{s}.44$	$30^{s}.40$	$30^{s}.54$	$30^{s}.36$
62	30.21	30.16	30.21	$30^{s}.31$	30.28	30.29	30.30	30.19
62 a	30.49							30.44
63	30.60							30.63
64	30.75							30.88
65	31.02							31.10
66	31.04	31.00	30.97	31.23	31.10	31.09	31.14	31.09
67	31.06	31.06	31.02		31.14	31.23	31.24	31.21
68	31.12							31.37
68 b	31.58							31.83
68 a	31.51							31.73
69	31.60					31.79		31.84
70	31.34	31.42	31.38	31.52	31.44	31.51	31.67	31.60
x_0	−5 35 30.97	30.98	30.96	31.14	31.06	31.09	31.18	31.10

Zone I a.

a—a'

*	1	2	3	4
71	$-5^{h}35^{m}29^{s}.91$			$30^{s}.07$
72	30.16	$30^{s}.26$	$30^{s}.28$	30.35
(1)	(30.89)			(31.12)
73	30.97			31.15
74	31.00			31.10
(2)	(31.37)			(31.61)
75	31.06			31.31
76 a	30.97	31.09	31.09	31.16
(3)	(31.33)			(31.53)
77	31.22			31.50
78	31.54			31.69
(5)	(31.11)			(31.37)
78 a	31.63			31.87
79	31.58			31.68
80	31.74	31.90	31.98	32.24:
x	−5 35 31.07	31.15	31.19	31.24

Es handelt sich nunmehr um die wichtige Frage, in welcher Weise die einzelnen Messungsreihen mit einander verbunden werden können, um eine möglichst einfache und gleichförmige Reduction zu gestatten. Die Grundlage für die Erörterung dieser Frage wird naturgemäss durch diejenigen Sterne gegeben, welche an einer grösseren Reihe von Tagen beobachtet worden sind. Hierbei ist sofort zu bemerken, dass von einem Anschluss von einer Zone an eine andere nicht die Rede sein kann, da nur einmal der Fall vorkommt, dass ein Vergleichstern in zwei benachbarten Zonen gemessen wurde:

✱ 7 in Zone II und III.

Es handelt sich also nur darum, die Messungen einer einzelnen Zone für sich in geeigneter Weise zusammenzufassen. Es ist klar, dass die Beziehung eines Zonentages zu einem andern dann am sichersten abgeleitet werden kann, wenn eine grössere Anzahl von Sternen jeden Tag beobachtet wird. Dieses Princip war für die Zonen I bis IV massgebend, wobei aber von Zone zu Zone eine grössere Anzahl solcher Sterne gewählt wurde, weil sich dies als nothwendig herausstellte. Dieses Princip konnte jedoch aus dem bereits mitgetheilten Grunde — zu starkes Anwachsen der für die Vergleichsterne erforderlichen Beobachtungszeit bei Benutzung des Reversionsprismas — für die Zonen V—VIII und Ia nicht innegehalten werden. Es soll die Discussion der Beobachtungen dementsprechend in zwei Theilen durchgeführt werden.

1. Zone I, II, III, IV.

Bei diesen Zonen wurden folgende Sterne an so vielen Tagen gemessen, dass sie zur Reduction eines Zonentages auf den andern dienen konnten.

Zone I	✱ 1, 2, 3	im Ganzen 3 Sterne
» II	✱ 6, 7, 10	» » 3 »
» III	✱ 17, 18, 19, 23, 24, 28	» » 6 »
» IV	✱ 30, 33, 33a, 36a, 38a, 40	» » 6 »

Für diese Sterne wurde an jedem Zonentage das Mittel ihrer Werthe: $\delta-\delta'$ und $\alpha-\alpha'$ genommen, und dieses Mittel als Tagesconstante $\varkappa_o'$ bezw. $\varkappa_o$ zur Reduction eines Zonentages auf den andern benutzt. Dabei ist allerdings noch zu bemerken, dass an einigen Beobachtungstagen nicht alle diese Sterne gemessen wurden. Es fehlten:

Zone III	6.	✱ 18, 19, 24
» IV	1.	✱ 38a
» IV	9.	✱ 30, 33, 33a, 36a
» IV	10.	✱ 30.

An diesen Tagen konnten die Messungen jedoch in der Weise auf die Gesammtheit der 6 Hauptanschlusssterne bezogen werden, dass man für jeden der je 6 Sterne aus allen für ihn vorhandenen Werthen $\delta-\delta'-\varkappa_o'$, resp. $\alpha-\alpha'-\varkappa_o$ das Mittel n_o' resp. n_o bildete und hieraus die Abweichung bestimmte, die jeder einzelne Stern gegen das Mittel aus den 6 Werthen von n_o' und n_o besass. Durch Anbringung dieser für den Stern characteristischen Constanten mit entgegengesetzten Vorzeichen an die $\delta-\delta'$ bezw. $\alpha-\alpha'$ der wirklich gemessenen Sterne konnte auch an den vier oben genannten Tagen die Tagesconstante auf die Gesammtheit der 6 Sterne bezogen werden. Uebrigens wurde auf die an den Tagen:

Zone III 6. und Zone IV 9.

trotzdem bleibende Unsicherheit in der weiteren Folge Rücksicht genommen durch entsprechende Gewichtsvertheilung.

Die in den folgenden Tabellen aufgezeichneten Werthe der $\delta-\delta'-\varkappa_o'$ resp. $\alpha-\alpha'-\varkappa_o$ sind also als auf ein einheitliches System bezogen zu betrachten. Sie gestatten infolge dessen auch ein Urtheil darüber, ob alle Messungsreihen einer Zone, bezw. welche von ihnen zusammengefasst werden dürfen. Ist eine Anzahl von aufeinanderfolgenden Messungsreihen zusammenfassbar, so wird das Mittel n' resp. n sämmtlicher $\delta-\delta'-\varkappa_o'$ resp. $\alpha-\alpha'-\varkappa_o$ für einen Stern derjenige Werth sein, welcher den späteren Bedingungsgleichungen zu Grunde zu legen ist. Damit aber eine Anzahl solcher Messungsreihen zusammenfassbar sei, dürfen die übrigbleibenden Fehler:

$$v_\delta = \delta-\delta'-\varkappa_o'-n_o'$$
$$v_\alpha = \alpha-\alpha'-\varkappa_o-n_o$$

keine systematischen Veränderungen mehr zeigen, und ihre Beträge müssen in den durch die Messungsgenauigkeit gegebenen Grenzen liegen. Die tabulirten v_δ und v_α sind also diejenigen Zahlen, welche ein Urtheil über die Zusammenfassbarkeit der Beobachtungstage gewähren. Sie sind in den folgenden Tabellen gleich so zusammengestellt, wie sie der wirklich ausgeführten Zusammenfassung der Tage entsprechen. Ueber die Grösse der durch die v_δ und v_α dargestellten Messungsgenauigkeit wird man ein Bild erhalten, wenn man jeden Werth von v_δ und v_α als zufälligen Einstellungsfehler

auffasst und daraus den mittleren bezw. wahrscheinlichen Fehler einer einzelnen, aber vollständigen Sternmessung ableitet. Es ergeben sich so z. B. folgende Werthe:

Zone III: $m_\delta = \pm 0\overset{''}{.}69 \qquad r_\delta = \pm 0\overset{''}{.}46$
» IV: $m_\delta = \pm 0.98 \qquad r_\delta = \pm 0.65$

Zone III: $m_\alpha = \pm 0\overset{s}{.}036 \qquad r_\alpha = \pm 0\overset{s}{.}024$
» IV: $m_\alpha = \pm 0.065 \qquad r_\alpha = +0.043$

oder aus Zone III und IV zusammen

$$m_\delta = \pm 0\overset{''}{.}92 \qquad r_\delta = \pm 0\overset{''}{.}61$$
$$m_\alpha = \pm 0\overset{s}{.}060 \qquad r_\alpha = \pm 0\overset{s}{.}040$$

oder in linearem Maass ausgedrückt:

$$m_\delta = \pm 3.6\ \mu \qquad r_\delta = \pm 2.4\ \mu$$
$$m_\alpha = \pm 3.6\ \mu \qquad r_\delta = \pm 2.4\ \mu.$$

Hinsichtlich der hier erreichten Genauigkeit ist es interessant, einen Vergleich mit der Messungsgenauigkeit zu ziehen, welche der Verfasser bei Gelegenheit seiner Messungen von nahe 20000 Sternen für die photographische Himmelskarte mit dem rechtwinkligen Coordinatenmessapparat in Potsdam erzielte. Bei den Platten, welche mit dem photographischen Normalrefractor bei 5 Minuten Belichtung angefertigt waren, entsprachen 300" einem linearen Werth von 5 mm. und der reine Pointirungsfehler ergab sich zu:*)

$$R_\delta = \pm 0\overset{''}{.}063 \qquad R_\delta = \pm 1.1\ \mu$$
$$R_\alpha = \pm 0.073 \qquad R_\alpha = \pm 1.2\ \mu.$$

Die wahrscheinlichen Fehler einer vollständigen Sternmessung verhalten sich also in den beiden Fällen: wie 2 : 1. Berücksichtigt man, dass die Durchmesser der Sternscheibchen bei den Platten des langbrennweitigen Potsdamer Refractors im Allgemeinen kleiner als bei der vorliegenden Platte des kurzbrennweitigen Voigtländer-Portraitobjectivs sind, ferner dass die Einstellung der gegen den Plattenrand liegenden Sterne bei jenem Objectiv — wegen der einfachen Ellipsengestalt — sicherer ausführbar ist als bei letzterem Objectiv, dass die obigen r_δ und r_α schliesslich noch die Fehler in der Stabilität des Messapparates enthalten, so ist das Resultat des Verhältnisses der beiden Messgenauigkeiten zu einander durchaus verständlich.

Nachdem hiermit die Anforderungen festgesetzt worden sind, welche an die r_δ und r_α zu stellen sind, um eine gemeinsame Weiterbehandlung der Messungstage zu gestatten, lehren die späteren Tabellen ohne weiteres die Berechtigung der Art und Weise, wie die Tage thatsächlich combinirt worden sind.

Es sind zusammengefasst:

Zone I	1. 2. 3. 4. 5.
» II	1. 2. 3. einerseits und 5. 6. 7. andererseits.
» III	3. 4. 5. 6.
» IV	2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10.

Für sich wurden behandelt:

Zone III 1. und Zone III 2.

Ausgeschlossen wurden:

Zone II 4. und Zone IV 2.,

an welchen beiden Tagen übrigens keine Nebelmessungen vorgenommen worden sind. Bei Zone II 4. waren die Messungen nicht von gleicher Sicherheit wie an den andern Zonentagen; sie waren nur zum Studium gewisser Fragen vorgenommen. Bei Zone IV 2. waren Fehler in der Stabilität der Aufstellung vorgekommen; auch war die Anordnung der Messungen an diesem Tage nicht homogen mit der an den übrigen Zonentagen.

Speciell bemerkt muss werden, dass zwischen Zone I 4. und I 5. fast 4 Wochen Zwischenzeit lagen, dass vor Zone I 5. aber die früher erwähnte Aenderung in der Orientirung vorgenommen wurde, um die alte Justirung herzustellen. Ferner: Zwischen III 1. und III 2. war die Platte abmontirt; zwischen III 2. und III 3. wurde die Orientirung, wie bereits erwähnt, absichtlich verbessert. Dadurch ist die gesonderte Behandlung von III 1. und III 2. völlig erklärt.

Ausserdem sei auf die bei Zone II 4. eingeklammerten Werthe $\delta - \delta' - \varkappa_0'$ hingewiesen. Sie fallen aus der Reihe der Werthe heraus, weil die Sterne viel heller sind als die übrigen.

* 9	6—7 mg
11	7—8 »
15	5—6 »

*) Publication des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam. Photographische Himmelskarte I p. XX.

2. Zone V, VI, VII, Ia.

Bei diesen Zonen wurde nur eine kleinere Anzahl von Sternen — meist 3 bis 4 — thunlichst an jedem Zonentag gemessen. Dafür wurde aber auf eine zuverlässigere Bestimmung der Reductionsconstanten $\varkappa$, A, B, r etc. um so mehr Gewicht gelegt, indem eine grössere Reihe von Sternen — 10 bis 13 — am ersten und am letzten Messungstage beobachtet wurden. Dies entspricht durchaus den Erfahrungen, welche bei der definitiven Reduction der Messungen der ersten Zonen gesammelt wurden. Die Unsicherheit des Anschlusses eines unbekannten Objectes liegt nicht in der etwa nicht genügenden Stabilität der Messvorrichtung, sondern in der Bestimmung der Aufstellungsconstanten infolge zufälliger Fehler: Catalog- und Plattenfehler.

Bei den vorliegenden Zonen handelt es sich nun vor allem um den Anschluss der Zwischentage an den ersten und letzten Tag. Dieser Anschluss ist in folgender Weise leicht auszuführen und gewährt dabei den Vorzug gegenüber den früheren Zonen, dass die Tagesconstante sich auf eine grössere Reihe von Sternen reducirt ableiten lässt, dass also bereits die angenäherte Position eines Objects genauer ausfällt. Man bildet für den ersten und letzten Beobachtungstag das Mittel aus sämmtlichen $\delta-\delta'$ bezw. $\alpha-\alpha'$; es sei $M\delta$ bezw. M_α. Hierauf leitet man für die drei bis vier wiederholt gemessenen Sterne die Abweichung von diesem Mittel $M\delta$ resp. M_α ab und bringt das Mittel n_o' resp. n_o dieser beiden sich ergebenden Abweichungen:

$$n_o' = \delta-\delta' - M\delta$$
$$n_o = \alpha-\alpha' - M_\alpha$$

mit entgegengesetztem Vorzeichen an die entsprechenden Werthe $\delta-\delta'$ resp. $\alpha-\alpha'$ für die Zwischentage an. Die drei bis vier neuen Werthe werden dann jeder für sich die auf sämmtliche Sterne reducirte Tagesconstante darstellen. Das Mittel der drei bis vier Tagesconstanten wird dann zur Reduction der Beobachtungen als $\varkappa_o'$ resp. $\varkappa_o$ zu Grunde gelegt. Ueber die Genauigkeit dieser Bestimmung der $\varkappa_o'$ und $\varkappa_o$ wird man ein Urtheil erreichen durch Betrachtung der Werthe:

$$v_\varkappa' = \delta-\delta' - M\delta - \varkappa_o'$$
$$v_\varkappa = \alpha-\alpha' - M_\alpha - \varkappa_o.$$

Die späteren Tabellen zeigen, dass sich die $v_\varkappa'$ und $v_\varkappa$ thatsächlich innerhalb der Grenzen halten, die durch die aus den früheren Zonen abgeleiteten mittleren Fehler einer Sternmessung bereits vorgezeichnet sind. Es kann hierbei der Fall eintreten, dass die Messungen der beiden äusseren Tagen zufällig in demselben Sinne verfälscht wird. Dann werden die Zwischentage bei der Bildung der auch bei diesen Zonen massgebenden Grössen:

$$v\delta = \delta-\delta' - \varkappa_o' - n_o'$$
$$v_\alpha = \alpha-\alpha' - \varkappa_o - n_o$$

in gleichem Sinne abweichende Werthe geben. In diesem Falle ist der Werth n_o' resp. n_o zu corrigiren in n' resp. n, dem Mittel aus sämmtlichen für den Stern vorhandenen Werthen von $\delta-\delta' - \varkappa_o'$ resp. $\alpha-\alpha' - \varkappa_o$, und die Berechnung der Tagesconstanten ist in diesem Falle neu durchzuführen.

Ueber die Möglichkeit der Zusammenfassbarkeit der Zwischentage d. h. über die Stabilität der Plattenaufstellung entscheidet bei diesen Zonen naturgemäss zuerst die erste und letzte Messungsreihe. Die $v\delta$ und v_α der äusseren Tage dürfen keinen wesentlich veränderten Gang zeigen.

Bei Zone V ist sowohl in $v\delta$ wie in den v_α eine kleine Gangänderung angedeutet. Ihr Betrag ist aber mit Rücksicht auf die Messgenauigkeit und auf den Umstand, dass man alle Zahlen auf die Mitte der Zeit bezieht, dass also überhaupt nur der halbe Betrag zur Geltung kommt, klein genug, um ihre Vernachlässigung zu gestatten.

Bei Zone VI dürfte überhaupt auf keine Gangänderung zu schliessen sein.

Bei Zone VII liegt der Fall wieder wie bei Zone V. Der Gang ist schärfer ausgeprägt, und die Discussion der einzelnen v_α, wie sie sich bei Zusammenfassung aller Tage ergeben würde, lässt den Schluss zu, dass die Veränderung zwischen dem 22. und 23. November d. i. zwischen Zone VII 6. und 7. eingetreten sein wird. Der Betrag ist jedoch auch hier noch nicht gross, wie aus einem Vergleich zwischen den Werthen n_1 (VII 1.—6.) und n_2 (VII 7. und 8.) hervorgeht. In Rectascension schien es allerdings rathsam, die Beobachtungen in den vorstehenden Gruppen zusammenzufassen. In Declination konnte er, ohne Schaden für die Genauigkeit der Reduction befürchten zu müssen, vernachlässigt werden.

Bei Zone Ia ist offenbar ebenfalls eine kleine Gangänderung zwischen den äussersten Messungstagen d. i. zwischen Ia 1. und 4. bezw. 4a eingetreten. Sie ist jedoch auch hier nicht berücksichtigt, da man es wie bei Zone VII mit einer Randzone zu thun hat, in welcher die Messungen wegen der Distorsion des Objectivs ohnehin nur geringere Genauigkeit besitzen. Bei Zone Ia liegt für die Declinationen noch eine besondere Messungsreihe vor, welche sich zeitlich zwischen die Messungen der Zone VII gruppirt. Die Declinationsmessungen der nördlichsten und südlichsten Zone an zwei aufeinanderfolgenden Tagen, 1900 November 13 und 14 (VII 1a und Ia 1a), bietet für den nächsten Abschnitt specielles Interesse (cf. p. 84). Hier sei nur noch erwähnt, dass diese Messungsreihe Ia 1a mit halbem Gewicht mit den beiden Reihen Ia 1. und 4. vereinigt worden ist.

Die in den folgenden Tabellen enthaltenen $v\delta$ und v_α zeigen, dass die thatsächlich angewandte Art der Zusammenfassung der Tage:

Zone V 1.—4.
» VI 1.—9.
» VII 1a—7a in Declination; 1.—6. und 7.—8. in Rectascension
» Ia 1.—4.

zulässig ist. Die Werthe der n' und n werden daher die Grundlage für die Bedingungsgleichungen sein können.

Schliesslich sei noch auf die eingeklammerten Werthe der n' und n in Zone Ia besonders aufmerksam gemacht. Sie gehören zu den Sternen, welche die Grundlage für die Nebelmessungen der Zone I bieten; ihre Helligkeit war mit Rücksicht auf ihre excentrische Lage auf der Platte für exacte Anschlüsse bereits zu gross, weshalb ihre Werthe der n' und n aus der Reihe der andern Sterne, welche mit besonderer Berücksichtigung ihrer Bilder auf der Platte ausgesucht wurden, herausfallen.

✱ 1	7—8 mg	
✱ 2	8	»
✱ 3	8	»
✱ 5	8—9	»

Schliesslich sei vor dem Abdruck der Tabellen noch erwähnt, dass die in Zone VI mit : bezeichneten Messungen nur auf einer Messung beruhen und daher mit halbem Gewichte behandelt wurden.

In allen Tafeln sind die Sterne der Rectascension nach geordnet.

Zone I.

✱	$\delta - \delta' - \varkappa_o'$					n'	$v\delta$				
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
1	+4″.3	+3″.1	+4″.4	+2″.7	+2″.6	+3″.4	+0″.9	−0″.3	+1″.0	−0″.7	−0″.8
2	−2.9	−3.4	−3.9	−4.0	−3.1	−3.5	+0.6	+0.1	−0.4	−0.5	+0.4
3	−1.3	+0.2	−0.4	+1.3	+0.5	+0.1	−1.4	+0.1	−0.5	+1.2	+0.4
5			−2.0	−3.0	−1.4	−2.1			+0.1	−0.9	+0.7

✱	$\alpha - \alpha' - \varkappa_o$					n	$v\alpha$				
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
1	+0ˢ.28	+0ˢ.18	+0ˢ.23	+0ˢ.26	+0ˢ.32	+0ˢ.25	+0ˢ.03	−0ˢ.07	−0ˢ.02	+0ˢ.01	+0ˢ.07
2	−0.33	−0.28	−0.27	−0.29	−0.34	−0.30	−0.03	+0.02	+0.03	+0.01	−0.04
3	+0.05	+0.09	+0.04	+0.03	+0.02	+0.05	±0.00	+0.04	−0.01	−0.02	−0.03
5			+0.70	+0.42	+0.40	+0.51			+0.19	−0.09	−0.11

Zone II.

✱	$\delta - \delta' - \varkappa_o'$							n_1'	n_2'	$v\delta$					
	1	2	3	4	5	6	7			1	2	3	5	6	7
6a				+0″.5											
6	−0″.6	+0″.2	+0″.3	+0.1	−1″.6	−1″.9	−1″.2	±0″.0	−1″.6	−0″.6	+0″.2	+0″.3	±0″.0	−0″.3	+0″.4
7	+1.2	+0.7	+0.4	−0.8	+0.1	+0.4	±0.0	+0.8	+0.2	+0.4	−0.1	−0.4	−0.1	+0.2	−0.2
8				+0.8											
9				(+4.5)											
10	−0.7	−0.8	−0.7	+0.6	+1.5	+1.4	+1.3	−0.7	+1.4	±0.0	−0.1	±0.0	+0.1	±0.0	−0.1
11				(+5.4)											
12	−0.5		±0.0	+2.3	+2.6	+2.1	+2.2	−0.2	+2.3	−0.3		+0.2	+0.3	−0.2	−0.1
13				+2.3	+3.0				+3.0				(±0.0)		
15				(+7.8)											
14	−0.1		−1.2	+4.2	+5.8	+6.0	+4.7	−0.6	+5.5	+0.5		−0.6	+0.3	+0.5	−0.8
16				+1.1	+1.5	+3.6	+1.3		+2.1				−0.6	+1.5	−0.8

✱	$\alpha - \alpha' - \varkappa_o$							n_1	n_2	$v\alpha$					
	1	2	3	4	5	6	7			1	2	3	5	6	7
6a				+1ˢ.10											
6	+0ˢ.41	+0ˢ.41	+0ˢ.42	+0.76	+0ˢ.61	+0ˢ.71	+0ˢ.68	+0ˢ.41	+0ˢ.67	±0ˢ.00	±0ˢ.00	+0ˢ.01	−0ˢ.06	+0ˢ.04	+0ˢ.01
7	−0.11	−0.18	−0.20	+0.23	±0.00	+0.10	+0.06	−0.16	+0.05	+0.05	−0.02	−0.04	−0.05	+0.05	+0.01
8				+0.30											
10	−0.02	−0.01	−0.07	+0.19	±0.00	+0.11	+0.06	−0.03	+0.06	+0.01	+0.02	−0.04	−0.06	+0.05	±0.00
12	−0.59		−0.48	−0.51	−0.48	−0.51	−0.52	−0.54	−0.50	−0.05		+0.06	+0.02	−0.01	−0.02
13				−0.45	−0.33				(−0.39)						
14	+0.30		+0.34	−0.19	+0.11	−0.01	+0.03	+0.32	+0.04	−0.02		+0.02	+0.07	−0.05	−0.01
16				−0.49	−0.22	−0.38	−0.31		−0.30				+0.08	−0.08	−0.01

Zone III.

★	n_1' 1	n_2' 2	$\delta - \delta' - \varkappa_o'$ 3	4	5	6	n_3'	$r\delta$ 3	4	5	6
17	+1″.0	+3″.6	+1″.6	+2″.2	+3″.0	+2″.0	+2″.3	−0″.7	−0″.1	+0″.7	(−0″.3)
18	−0.2	+3.1	±0.0	+1.3	+0.1		+0.5	−0.5	+0.8	−0.4	
19	−1.0	+3.3	−2.4	−0.6	−1.6		−1.5	−0.9	+0.9	−0.1	
20	+0.6	+0.9		+2.8	+3.5	+3.8	+3.2		−0.4	+0.3	(+0.6)
7	−0.6		−1.1	+1.4	−0.3	+2.6	±0.0	−1.1	+1.4	−0.3	(+2.6)
21	+0.1										
22	+2.2	+2.7									
23	−0.1	−1.2	+0.8	−0.8	−0.6	+0.5	−0.2	+1.0	−0.6	−0.4	(+0.7)
24	+1.6	−2.1	+0.3	−0.6	+0.7		+0.1	+0.2	−0.7	+0.5	
25	+2.7										
26	+0.8										
27	−0.1										
28	−1.5	−5.7	+0.3	−1.2	−1.9	−1.6	−1.1	+0.8	−0.1	−0.7	(−0.5)
29	−1.2										

★	n_1 1	n_2 2	$\alpha - \alpha' - \varkappa_o$ 3	4	5	6	n_3	$r\alpha$ 3	4	5	6
17	−0ˢ.77	+0ˢ.41	−0ˢ.02	−0ˢ.12	−0ˢ.02	+0ˢ.04	−0ˢ.03	+0ˢ.01	−0ˢ.09	+0ˢ.01	+0ˢ.07
18	−0.71	+0.37	−0.02	±0.00	+0.05		+0.01	−0.03	−0.01	+0.04	
19	−1.13	+0.05	−0.18	−0.15	−0.14		−0.16	−0.02	+0.01	+0.02	
20	−0.59	+0.05		−0.11	±0.00	−0.08	−0.06		−0.05	+0.06	−0.02
7	−0.57		−0.09	−0.04	−0.06	+0.01	−0.05	−0.04	+0.01	−0.01	+0.06
21	−0.41										
22	−0.63	−0.55									
23	−0.09	−0.11	+0.01	+0.02	+0.06	−0.06	+0.01	±0.00	+0.01	+0.05	−0.07
24	−0.06	−0.29	−0.01	−0.01	−0.12		−0.05	+0.04	+0.04	−0.07	
25	+0.40										
26	+0.99										
27	+1.04										
28	+1.43	−0.42	+0.24	+0.25	+0.15	+0.12	+0.19	+0.05	+0.06	−0.04	−0.07
29	+1.16										

Zone IV.

★	$\delta - \delta' - \varkappa_o'$ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	n'	$r\delta$ 2	3	4	5	6	7	8	9	10
30	+1″.8	+3″.4	+1″.2	−1″.2	−0″.4	+1″.1	+0″.3	+2″.6			+1″.0	+2″.4	+0″.2	−2″.2	−1″.4	+0″.1	−0″.7	+1″.6		
32	+0.2	+1.0	±0.0	+1.8	−1.8	+0.2		+2.1			+0.6	+0.4	−0.6	+1.2	−2.4	−0.4		+1.5		
33	+1.1	−0.2	±0.0	−0.3	+0.1	+1.3	+2.1	+0.6		+1″.0	+0.6	−0.8	−0.6	−0.9	−0.5	+0.7	+1.5	±0.0		+0″.4
33a	−0.2	+0.8	−0.8	+1.0	+0.4	+0.1	+0.9	±0.0		+0.9	+0.4	+0.4	−1.2	+0.6	±0.0	−0.3	+0.5	−0.4		+0.5
B_2				−2.5			+0.3				−1.1			−1.4			+1.4			
34	+2.2	+1.2	+0.6		+2.3		+2.9	+2.7	+3″.6		+2.2	−1.0	−1.6		+0.1		+0.7	+0.5	+1″.4	
35		+0.1		+1.5	+1.8	+2.4		+3.0	+3.1	+4.2	+2.3	−2.2		−0.8	−0.5	+0.1		+0.7	+0.8	+1.9
36a	+0.9	±0.0	−0.1	+1.6	+0.5	+0.2	+0.2	+0.3		+1.3	+0.5	−0.5	−0.6	+1.1	±0.0	−0.3	−0.3	−0.2		+0.8
38a		−2.0	−0.6	−1.1	±0.0	−1.3	−1.2	−2.0	−1.0	−1.6	−1.6	−0.8	+0.6	+0.1	+1.2	−0.1	±0.0	−0.8	+0.2	−0.4
39	−0.9	+1.2			+0.5			−1.0	+0.4	+1.0	+0.4	+0.8			+0.1			−1.4	±0.0	+0.6
40	−3.4	−1.8	+0.1	+0.2	−0.5	−2.1	−2.1	−1.7	−2.6	−1.7	−1.4	−0.4	+1.5	+1.6	+0.9	−0.7	+0.7	−0.3	−1.2	−0.3

★	$\alpha - \alpha' - \varkappa_o$ 1	2	3	4	5	6	7	8	10	n	$r\alpha$ 2	3	4	5	6	7	8	10
30	−0ˢ.03	−0ˢ.20	−0ˢ.06	−0ˢ.15	−0ˢ.22	−0ˢ.19	−0ˢ.20	−0ˢ.06	−0ˢ.15	−0ˢ.15	−0ˢ.05	+0ˢ.09	±0ˢ.00	−0ˢ.07	−0ˢ.04	−0ˢ.05	+0ˢ.09	±0ˢ.00
32	−0.28	−0.39:	−0.05	−0.10	−0.01	−0.19		+0.08		−0.05	—	±0.00	−0.05	+0.04	−0.14		+0.13	
33	−0.01	+0.14	+0.10	−0.04	−0.04	±0.00	−0.03	+0.06	+0.03	+0.03	+0.11	+0.07	−0.07	−0.07	−0.03	−0.06	+0.03	±0.00
33a	−0.15	−0.02	−0.07	−0.14	−0.12	−0.19	−0.07	−0.14	−0.03	−0.10	+0.08	+0.03	−0.04	−0.02	−0.09	+0.03	−0.04	+0.07
B_2				−0.12			−0.03			−0.08			−0.04			+0.05		
34	−0.18	−0.33	−0.27		−0.33		−0.19	−0.33		−0.29	−0.04	+0.02		−0.04		+0.10	−0.04	
35		−0.05		−0.06	−0.10	−0.02		−0.16	−0.03	−0.07	+0.02		+0.01	−0.03	+0.05		−0.09	+0.04
36a	+0.11	+0.10	+0.02	+0.16	+0.12	+0.15	+0.13	+0.06	±0.00	+0.09	+0.01	−0.07	+0.07	+0.03	+0.06	+0.04	−0.03	−0.09
38a		+0.19	+0.23	+0.34	+0.23	+0.28	+0.19	+0.28	+0.27	+0.25	−0.06	−0.02	+0.09	−0.02	+0.03	−0.06	+0.03	+0.02
39	−0.19	−0.40			−0.24			−0.21	−0.28	−0.28	−0.12			+0.04			+0.07	±0.00
40	+0.10	−0.21	−0.25	−0.16	+0.03	−0.05	−0.04	−0.22	−0.12	−0.13	−0.08	−0.12	−0.03	+0.16	+0.08	+0.09	−0.09	+0.01

Zone V.

✱	δ—δ' — Mδ			α—α' — Mα			v_x'		v_x	
	1	4	Mittel	1	4	Mittel	2	3	2	3
41	+1°0	+1°0		+0°17	+0°25					
42	+0.5	+1.0	+0°8	+0.08	+0.17	+0°12	+0°6	−0°2	−0°02	±0°00
43	+0.1	+0.9		+0.17	+0.18					
44	+1.8	+2.0	+1.9	+0.20	+0.23	+0.22	−0.3	−0.1	±0.00	−0.03
45	−1.7	−1.1	−1.4	−0.03	−0.05	−0.04	−0.4	+0.4	+0.04	+0.02
46	+2.1	+2.1		−0.13	−0.08					
47	−2.2	−3.9		−0.29	−0.30					
48	+1.2	+1.1		+0.01	+0.07					
49	−2.1	−2.8		−0.02	−0.21					
50	−0.7	−0.1	−0.4	−0.19	−0.24	−0.22	+0.5	—	−0.03	—

Zone VI.

✱	δ—δ' — Mδ			α—α' — Mα			v_x'							v_x						
	1	9	Mittel	1	9	Mittel	2	3	4	5	6	7	8	2	3	4	5	6	7	8
51	−1°3	−1°1		+0°09	+0°06															
52	+2.5	+1.7	+2°0	−0.04	+0.13	+0°04	+0°2:	−0°4		+0°5	+0°9:	+0°9:	+0°6	−0°01	−0°03		−0°04	+0°06	+0°10	+0°05
53	−0.9	−1.0		−0.07	−0.09															
54	−1.1	−0.1		+0.16	+0.16															
55	−0.6	+1.0	+0.5	+0.01	+0.11	+0.06	+0.1	+0.4	−0°1	+0.1	+1.0:	−0.1	+0.8	+0.09	+0.02	+0°02	+0.02	+0.04	−0.01	+0.06
56	−0.2	−1.7	−1.2	−0.12	−0.09	−0.10	+0.1	+0.3	+0.2:	−0.2	−1.2:	+0.4	−0.8	−0.04	±0.00	−0.03	−0.04	−0.04	−0.06	−0.03
57	+0.8	+1.3		+0.08	+0.11															
58	+1.2	+1.1		+0.07	−0.03															
58a	+0.1	+0.1	+0.1	−0.07	−0.15	−0.11	−1.5:							−0.07						
59	−0.4	−1.2	−0.9	−0.14	−0.10	−0.12	+0.5	−0.2		−0.6	−0.6:	−1.3:	−0.5	±0.00	−0.04		+0.07	−0.04	+0.02	−0.09
60	—	−2.2		+0.07	−0.13															

Zone VII.

✱	δ—δ' — Mδ			α—α' — Mα			v_x'						v_x					
	1a	7a	Mittel	1	8	Mittel	2	3	4	5	6	7	2	3	4	5	6	7
61	−1°6	−2°8	−2°2	+0°65	+0°74	+0°70	−0°4	+1°0	—	+0°2	−0°6	−0°6	−0°07	−0°03		−0°07	±0°00	−0°07
62	−1.2	−1.6	−1.4	+0.76	+0.91	+0.84	+0.4	−0.2	−0°8	+0.7	−0.5	−0.1	−0.01	−0.08	−0°01	−0.05	−0.03	+0.03
62a	−0.4	−2.4		+0.48	+0.66													
63	+3.3	+3.9		+0.37	+0.47													
64	+3.9	+3.7		+0.22	+0.22													
65	+3.7	+2.0		−0.05	±0.00													
66	+3.9	+4.8	+4.4	−0.07	+0.01	−0.03	−0.3	−0.6	−0.1	−0.3	+0.1	−0.2	+0.02	+0.03	−0.05	+0.01	+0.05	+0.06
67	+0.1	−0.1	±0.0	−0.09	−0.11	−0.10	−0.8	−0.8	—	−0.7	+0.2	−0.5	+0.03	+0.05		+0.03	−0.03	+0.03
68	−1.8	−1.5		−0.15	−0.27													
68b	−4.0	−2.1		−0.61	−0.73													
68a	−3.8	−3.0		−0.54	−0.63													
69	−6.1	−5.1	−5.6	−0.63	−0.73	−0.68					+0.6						−0.01	
70	−6.6	−5.8	−6.2	−0.37	−0.50	−0.44	+0.7	+0.4	+1.0	−0.1	+0.5	+1.3	+0.01	+0.03	+0.06	+0.07	+0.03	−0.06

Zone Ia.

★	δ−δ′ − M_δ 1a	1	4	Mittel	α−α′ − M_α 1	4	Mittel	$v_\varkappa'$ 2	3	$v_\varkappa$ 2	3
71	+3.6	+3.5	+2.8		+1.16	+1.17					
72	+9.3	+8.0	+6.0	+7.5	+0.91	+0.89	+0.90	−0.7	+0.5	−0.01	+0.01
(1)	(+4.9)	(+4.1)	(+3.3)		(+0.18)	(+0.12)					
73	+1.8	+0.2	−0.6		+0.10	+0.09					
74	+2.6	+1.2	+0.3		+0.07	+0.14					
(2)	(−3.0)	(−2.9)	(−3.8)		(−0.30)	(−0.37)					
75	−0.9	−0.9	−2.6		+0.01	−0.07					
76	−3.1	—	—								
76a	−3.0	−3.2	—	−3.1	+0.10	+0.08	+0.09	−0.2	−0.8	−0.03	+0.01
(3)	(−1.7)	(−2.8)	(−3.6)		(−0.26)	(−0.29)					
77	−1.3	−2.4	−2.4		−0.15	−0.26					
77a	−3.3	—	—								
78	−1.5	−1.7	−0.9		−0.47	−0.45					
(5)	(−0.4)	(+0.9)	(−0.3)		(−0.04)	(−0.13)					
78a	−3.5	−1.4	−1.9		−0.56	−0.63					
79	−0.6	−2.3	−0.6		−0.51	−0.44					
80	±0.0	−0.8	−0.2	−0.2	−0.67	−1.00:	−0.78	+0.9	+0.2	+0.03	−0.01

Zone V.

★	n_o'	n'	v_δ 1	2	3	4	n_o	n	v_α 1	2	3	4
41		+1.0	±0.0			±0.0		+0.21	−0.04			+0.04
42	+0.8	+0.9	−0.4	+0.5	−0.3	+0.1	+0.12	+0.12	−0.04	−0.02	±0.00	+0.05
43		+0.5	−0.4			+0.4		+0.18	−0.01			±0.00
44	+1.9	+1.8	±0.0	−0.2	±0.0	+0.2	+0.22	+0.21	−0.01	+0.01	−0.02	+0.02
45	−1.4	−1.4	−0.3	−0.4	+0.4	+0.3	−0.04	−0.02	−0.01	+0.02	±0.00	−0.03
46		+2.1	±0.0			±0.0		−0.10	−0.03			+0.02
47		−3.0	+0.8			−0.9		−0.30	+0.01			±0.00
48		+1.2	±0.0			−0.1		+0.04	−0.03			+0.03
49		−2.4	+0.3			−0.4		−0.12	+0.10			−0.09
50	−0.4	−0.3	−0.4	+0.2	—	+0.2	−0.22	−0.23	+0.04	−0.02	—	−0.01

Zone VI.

★	n_o'	n'	v_δ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	n_o	n	v_α 1	2	3	4	5	6	7	8	9
51		−1.2	−0.1								+0.1		+0.08	+0.01								−0.02
52	+2.0	+2.3	+0.2:	−0.1:	−0.7		+0.2:	+0.6:	+0.6:	+0.3	−0.6:	+0.04	+0.06	−0.10	−0.03	−0.05		−0.05	+0.04	+0.08	+0.03	+0.07
53		−1.0	+0.1:								−0.1		−0.08	+0.01								−0.01
54		−0.4	−0.7								+0.3		+0.16	±0.00								±0.00
55	+0.5	+0.7	−1.3:	−0.1	+0.2	−0.3	−0.1	+0.8:	−0.3	+0.6	+0.3	+0.06	+0.09	−0.08	+0.06	−0.01	−0.01	−0.01	+0.01	−0.04	+0.03	+0.02
56	−1.2	−1.3	+1.1:	+0.2	+0.4	+0.3:	−0.1	−1.1:	+0.5	−0.7	−0.4	−0.10	−0.13	+0.01	−0.01	+0.03	±0.00	−0.01	−0.01	−0.03	±0.00	+0.04
57		+1.1	−0.3								+0.2		+0.10	−0.02								+0.01
58		+1.1	−0.1								±0.0		+0.02	+0.05								−0.05
58a	+0.1	−0.4	+0.5:	−1.0:							+0.5	−0.11	−0.13	+0.06	−0.05							−0.02
59	−0.9	−1.1	+0.7:	+0.7	±0.0		−0.4:	−0.4:	−1.1:	−0.3	+0.1:	−0.12	−0.13	−0.01	+0.01	−0.03		+0.08	−0.04	+0.03	−0.08	+0.03
60		−2.2									±0.0		−0.03	−0.10								+0.10

Zone VII.

★	n_o'	n'	$v\delta$ 1a	2	3	4	5	6	7	7a	n_o	n_1	n_2	$v\alpha$ 1	2	3	4	5	6	7	8
61	−2″2	−2″3	+0″7	−0″3	+1″1		+0″3	−0″5	−0″5	−0″5	+0″70	+0″05	+0″69	±0″00	−0″03	+0″01		−0″03	+0″04	−0″05	+0″05
62	−1.4	−1.5	−0.3	−0.5	+0.1	+0″7	−0.8	+0.4	±0.0	+0.2	+0.84	+0.79	+0.90	−0.03	+0.03	−0.04	+0″04	−0.01	+0.01	−0.02	+0.01
62a		−1.4	+1.0							−1.0		+0.48	+0.66	(0.00)							(0.00)
63		+3.6	−0.3							+0.3		+0.37	+0.47	(0.00)							(0.00)
64		+3.8	+0.1							−0.1		+0.22	+0.22	(0.00)							(0.00)
65		+2.8	+0.9							−0.8		−0.05	±0.00	(0.00)							(0.00)
66	+4.4	+4.2	−0.3	−0.1	−0.4	+0.1	−0.1	+0.3	±0.0	+0.6	−0.03	−0.04	+0.02	−0.03	+0.02	+0.03	−0.05	±0.00	+0.04	+0.02	−0.01
67	±0.0	−0.5	+0.5	−0.4	−0.4		−0.3	+0.6	−0.1	+0.3	−0.10	−0.09	−0.08	±0.00	+0.01	+0.03		+0.01	−0.05	+0.02	−0.03
68		−1.6	−0.2							+0.1		−0.15	−0.27	(0.00)							(0.00)
68b		−3.0	−1.0							+0.9		−0.61	−0.73	(0.00)							(0.00)
68a		−3.4	−0.4							+0.4		−0.54	−0.63	(0.00)							(0.00)
69	−5.6	−5.5	−0.7					+0.5		+0.3	−0.68	−0.66	−0.73	(0.00)							(0.00)
70	−6.2	−5.7	−0.9	+0.2	−0.1	+0.5	−0.6	±0.0	+0.8	+0.1	−0.44	−0.40	−0.50	+0.03	−0.04	−0.02	+0.02	+0.02	−0.02	+0.01	±0.00

Zone I a.

★	n_o'	n'	$v\delta$ 1a	1	2	3	4a	n_o	n	$v\alpha$ 1	2	3	4
71		+3″2	+0″4	+0″3			−0″4		+1″16	±0″00			+0″01
72	+7″5	+7.7	+1.6	+0.3	−0″5	+0″3	−1.7	+0″90	+0.90	+0.01	−0″01	+0″01	−0.01
(1)		(+3.9)	(+1.0)	(+0.2)			(−0.6)		(+0.15)	(+0.03)			(−0.03)
73		+0.2	+1.6	±0.0			−0.8		+0.10	±0.00			−0.01
74		+1.1	+1.5	+0.1			−0.8		+0.10	−0.03			+0.04
(2)		(−3.3)	(+0.3)	(+0.4)			(−0.5)		(−0.34)	(+0.04)			(−0.03)
75		−1.6	+0.7	+0.7			−1.0		−0.03	+0.04			−0.04
76		−3.1	(0.0)	—			—		—	—			—
76a	−3.1	−3.4	+0.4	+0.2	−0.1	−0.5	—	+0.09	+0.08	+0.02	−0.02	+0.02	±0.00
(3)		(−2.9)	(+1.2)	(+0.1)			(−0.7)		(−0.28)	(+0.02)			(−0.01)
77		−2.2	+0.9	−0.2			−0.2		−0.20	+0.05			−0.06
77a		−3.3:	(0.0)	—			—		—	−0.01			—
78		−1.3	−0.2	−0.4			+0.4		−0.46	−0.01			+0.01
(5)		(+0.2)	(−0.6)	(+0.7)			(−0.5)		(−0.08)	(+0.04)			(−0.05)
78a		−2.0	−1.5	+0.6			+0.1		−0.60	+0.04			−0.03
79		−1.3	+0.7	−1.0			+0.7		−0.48	−0.03			+0.04
80	−0.2	−0.1	+0.1	−0.7	+0.8	+0.1	−0.1	−0.76	−0.77	+0.10	+0.02	−0.02	−0.23:

VII. Die definitive Reduction der Messungen.

Es ist im II. Abschnitt auseinandergesetzt, dass die Reduction der Messungen an einer Platte mit so grossem Gesichtsfeld, wie die vorliegende es besitzt, mit Hilfe folgender Bedingungsgleichungen durchzuführen ist:

$$\alpha_*-\alpha_*' - x_o - \partial\alpha = C + A\,\Delta\alpha + r\,\Delta\alpha^2 \qquad\qquad = n - \partial\alpha\,^{*})$$
$$\delta_*-\delta_*' - x_o' - \partial\delta = C' + A'\,\Delta\alpha + r'\,\Delta\alpha^2 + B''\,\Delta_*\delta = n' - \partial\delta,$$

aus denen die Zonenconstanten C, A, r, C', A', r' und B'' mit Hilfe der Zonensterne abzuleiten sind, während in den Correctionsgliedern:

$$\partial\alpha = (q + 2\,t\,\Delta\delta_o)\,\Delta_*\delta + s\,\Delta\alpha\,\Delta_*\delta + t\,\Delta_*^2\delta$$
$$\partial\delta = \qquad\qquad\qquad s'\,\Delta\alpha\,\Delta_*\delta\,(+\,t'\,\Delta_*^2\delta)$$

die durch Beobachtung der »Hauptsterne« angenähert abzuleitenden Plattenconstanten q, t und s, s' enthalten sind. Das t' enthaltende Correctionsglied kann vernachlässigt werden, wenn s einen kleinen Werth besitzt.

Die Durchführung der Reduction in der hier angegebenen Weise ist jedoch nur für die Zone V, VI, VII und Ia in vollem Umfang möglich; für die Zone I und III waren überhaupt noch keine Messungen an »Hauptsternen« vorgenommen und für Zone III und IV liegen noch keine Messungen zur Bestimmung von s und s' vor.

*) Wenn n und n' die im vorigen Abschnitte eingeführten Bedeutungen haben.

Für die Zonen I und II müssten die Bedingungsgleichungen daher die allgemeinere Form besitzen:

$$C + A\ \Delta a + r\ \Delta a^2 + B\ \Delta_* \delta + s\ \Delta a\ \Delta_* \delta + t\ \Delta_*^2 \delta = n$$
$$C' + A'\ \Delta a + r'\ \Delta a^2 + B''\ \Delta_* \delta + s'\ \Delta a\ \Delta_* \delta + t'\ \Delta_*^2 \delta = n'.$$

Für die Zone III und IV:

$$C + A\ \Delta a + r\ \Delta a^2 + s\ \Delta a\ \Delta_* \delta \qquad + t\ \Delta_*^2 \delta = n - (q + 2t\ \Delta\delta_0)\ \Delta_* \delta$$
$$C' + A'\ \Delta a + r'\ \Delta a^2 + s'\ \Delta a\ \Delta_* \delta + B''\ \Delta_* \delta + t'\ \Delta_*^2 \delta = n'.$$

Zur Bestimmung dieser 6 bezw. 5 Unbekannten für jede der Coordinaten lagen jedoch zu wenige Bedingungsgleichungen vor. Die Anzahl derselben beträgt für die einzelnen zusammengefassten Messungsabschnitte:

Zone			Zone		
Zone	I	4	Zone	IV	11
»	II α	5	»	V	10
»	II β	7	»	VI	10
»	III α	14	»	VII	13
»	III β	8	»	Ia	13
»	III γ	8			

Es musste daher für die Zone I bis IV von der Bestimmung einiger Unbekannten abgesehen werden. Da es sich im Grunde um ein Interpolationsverfahren handelt, so mussten natürlich zunächst die Coefficienten der Glieder zweiter Ordnung fortbleiben. Der Coefficient des Gliedes $\Delta^2 a$ war hiervon jedoch auszunehmen, da er infolge der Länge der Zone in Rectascension noch erhebliche Beträge annehmen kann. Die Grössenordnung der Δa, $\Delta\delta$ ... kennzeichnet sich durch folgende abgerundet angegebenen maximalen Beträge derselben:

Δa	Δa^2	$\Delta_* \delta$	$\Delta a\ \Delta_* \delta$	$\Delta_*^2 \delta$
0.1	0.01	0.01	0.001	0.0001.

Selbstverständlich sind die so reducirten Beobachtungen nicht gleichwerthig mit den streng reducirten zu betrachten. Es ist deshalb auch später im Nebelcatalog bei jeder Position angegeben, an welchem Zonentage sie gemessen ist, und bei doppelt gemessenen Nebeln keine Mittelbildung vorgenommen. Die Resultate der Zone I sind durchaus minderwerthig gegenüber denen der andern Zone. Die Declinationen dieser Zone sind deshalb überhaupt nicht weiter bearbeitet worden; die Rectascensionen sind ebenfalls nicht in den Catalog aufgenommen, sondern nur zum Vergleich mit den Resultaten der definitiven Messungen der Zone Ia herangezogen, um zu zeigen, welche Genauigkeit man bei Anwendung von zu wenigen und zu hellen Vergleichsternen erreicht (cf. p. 103).

Welche Glieder bei der Reduction im einzelnen mitgenommen wurden, zeigen die p. 85—88 folgenden Gleichungssysteme selbst.

Für die Zone III—VII und Ia handelt es sich zunächst um die angenäherte Ableitung der Plattenconstanten q und t, sowie für die Zonen V bis Ia ausserdem um die Bestimmung von s und s' aus den Beobachtungen der Hauptsterne.

Es sei daher zunächst die Ableitung von q, t, s aus den Rectascensionseinstellungen der Hauptsterne besprochen, deren Resultate in den folgenden Tabellen (S. 80) zusammengestellt sind.

Die nachstehende Tabelle der $(a - a' - z_0)$ gestattet folgende Schlüsse zu ziehen:

1. Die Februartage besitzen unter sich eine Uebereinstimmung, welche sich in den Grenzen der Messungsgenauigkeit hält. Man würde daher berechtigt sein, die Annäherungswerthe für q und t aus dem Mittel der beiden Tage zu berechnen. In der That sind die Resultate gesondert abgeleitet worden, um einen Anhalt über die Genauigkeit der Bestimmung zu erhalten. Da ferner zwischen Zone III und IV keine Aenderungen in der Plattenaufstellung vorgenommen wurden, so erscheint es gemäss der Constanz der Aufstellung, welche aus der ganzen Tabelle hervorgeht, berechtigt, beide Zonen mit dem Mittel der sich ergebenden Werthe zu reduciren. — Dass die Februartage wesentlich andere Werthe zeigen als die späteren Tage, ist nicht zu verwundern, da die Platte zwischen Februar und August abmontirt war.

2. Die Messungen von August bis November zeigen in Bezug auf die Hauptsterne A, B, C ebenfalls eine genügende Uebereinstimmung. Dagegen fallen bei den übrigen — zur Bestimmung von s erforderlichen — Sternen I bis IV die Messungen vom 5. November für sich heraus. Dies ist in folgender Weise zu erklären: In dem Zeitraum zwischen dem 28. September und 5. November, in welchem der Verfasser von Heidelberg abwesend war, änderte sich die Plattenaufstellung infolge unbekannter Ursachen in der Art, dass die q und t-Coefficienten nicht beeinflusst wurden, wohl aber der p-Coefficient. Es muss sich also $\frac{\Delta R}{R}$ d. h. die Distanz Platte—Messapparat geändert haben. Ehe die eigentlichen Messungen neu begonnen wurden, konnte die alte Plattenaufstellung in der That durch eine Distanzänderung nahezu wieder hergestellt werden. Im Uebrigen wird es offenbar erlaubt sein, die September-Messungen der Zone V und VI unter Zugrundelegung der Bestimmung von q, t und s aus den August—September-Beobachtungen der Hauptsterne zu reduciren, desgleichen bei Zone VII und Ia die November-Messungen dieser Sterne zu benutzen unter Ausschluss von Nov. 5.

$\alpha - \alpha'$

★	Zone III u. IV		Zone V u. VI				Nov. 5	Zone VII u. Ia		$\Delta\alpha$	$\Delta\delta$
	1900 Febr. 11	Febr. 26	Aug. 22	Aug. 25	Sept. 5	Sept. 28		Nov. 9	Nov. 20		
A_1	$-5^h 36^m 7\overset{s}{.}73$	$8\overset{s}{.}35$	$-5^h 35^m 30\overset{s}{.}74$		$30\overset{s}{.}83$	$30\overset{s}{.}86$	$31\overset{s}{.}18$	$30\overset{s}{.}91$	$31\overset{s}{.}13$	−0.0084	+0.0337
A_2	7.48	8.28	31.00		31.01	31.07	31.49	31.16	31.41	−0.0058	+0.0262
A_3	7.71	8.44	30.88		31.00	31.11	31.41	31.08	31.35	−0.0057	+0.0360
B_1	7.61	8.28	30.98		30.98	31.06	31.34	31.14	31.38	−0.0005	+0.0149
B_2	7.29	7.94	31.01		31.01	31.29	31.51	31.25	31.48	+0.0043	−0.0099
B_3	7.48	8.04	30.63	$30\overset{s}{.}64$	30.62	30.73	31.20	31.72	31.11	−0.0091	−0.0200
C_1	7.19	7.95	31.10		31.04	31.16	31.42	31.12	31.41	−0.0022	−0.0597
C_2	7.16	7.76	30.84		30.77	30.88	31.21	30.78	31.18	−0.0010	−0.0691
II				30.77	30.82		30.22	31.14	31.58	+0.0654	+0.0534
A_4				30.82	30.81		31.26	30.93	31.19	−0.0070	+0.0542
I				30.72	30.73		31.87	30.73	30.97	−0.0565	+0.0527
38a			−5 35 30.82		30.78	31.12	30.37	31.06	31.48	+0.0624	−0.0216
B_3			30.64	30.64	30.60	30.73	31.19	30.72	31.11	−0.0091	−0.0208
30			30.49		30.42	30.41	31.81	30.35	30.53	−0.0770	−0.0170
IV				30.87	30.84		30.31	31.10	31.37	+0.0640	−0.0362
21				30.69	30.73		31.22	30.81	30.93	−0.0093	−0.0397
III				30.49	30.52		31.81	30.46	30.68	−0.0618	−0.0356
$\varkappa_0$*)	−5 36 7.46	8.09	−5 35 30.87	30.87	30.87	31.03	31.35	31.04	31.32		

*) Mittel aus ★ B_1, B_2, B_3.

$\alpha - \alpha' - \varkappa_0$

★	Zone III u. IV		Zone V u. VI				Nov. 5	Zone VII u. Ia		$\Delta\alpha^2$	$\Delta\alpha\,\Delta\delta$	$\Delta^2\delta$
	Febr. 11	Febr. 26	Aug. 22	Aug. 25	Sept. 5	Sept. 28		Nov. 9	Nov. 20			
A_1	$-0\overset{s}{.}27$	$-0\overset{s}{.}26$	$+0\overset{s}{.}13$		$+0\overset{s}{.}04$	$+0\overset{s}{.}17$	$+0\overset{s}{.}17$	$+0\overset{s}{.}13$	$+0\overset{s}{.}19$	+0.0001	−0.0003	+0.0011
A_2	−0.02	−0.19	−0.13		−0.14	−0.04	−0.14	−0.12	−0.09	+0.0000	−0.0002	+0.0007
A_3	−0.25	−0.35	−0.01		−0.13	−0.08	−0.06	−0.04	−0.03	+0.0000	−0.0002	+0.0013
B_1	−0.15	−0.19	−0.11		−0.11	−0.03	+0.01	−0.10	−0.06	+0.0000	−0.0000	+0.0002
B_2	+0.17	+0.15	−0.14		−0.14	−0.26	−0.16	−0.21	−0.16	+0.0000	−0.0000	+0.0001
B_3	−0.02	+0.05	+0.24	$+0\overset{s}{.}23$	+0.25	+0.30	+0.15	+0.32	+0.21	+0.0001	+0.0002	+0.0004
C_1	+0.27	+0.14	−0.23		−0.17	−0.13	−0.07	−0.08	−0.09	+0.0000	+0.0001	+0.0035
C_2	+0.30	+0.33	+0.03		+0.10	+0.15	+0.14	+0.26	+0.14	+0.0000	+0.0001	+0.0047
II				+0.10	+0.05		+1.13	−0.10	−0.26	+0.0043	+0.0035	+0.0030
A_4				+0.05	+0.06		+0.09	+0.11	+0.13	+0.0001	−0.0004	+0.0030
I				+0.15	+0.14		−0.52	+0.31	+0.35	+0.0032	−0.0030	+0.0027
38a			+0.05		+0.09	−0.09	+0.98	−0.02	−0.16	+0.0034	−0.0013	+0.0005
B_3			+0.23	+0.23	+0.27	+0.30	+0.16	+0.32	+0.21	+0.0001	+0.0002	+0.0005
30			+0.38		+0.45	+0.62	−0.46	+0.69	+0.79	+0.0052	+0.0013	+0.0003
IV				±0.00	+0.03		+1.04	−0.06	−0.05	+0.0041	−0.0023	+0.0013
21				+0.18	+0.14		+0.13	+0.23	+0.39	+0.0001	+0.0004	+0.0015
III				+0.38	+0.35		−0.46	+0.58	+0.64	+0.0038	+0.0022	+0.0013

Zur Ableitung der q und t-Coefficienten wird man am besten thun, die zusammenliegenden, einen einzigen »Hauptstern« repräsentirenden Sterne zusammenzufassen. Man erhält dann folgende Uebersicht:

	Zone III und IV		Zone V und VI				Zone VII und Ia	
Gruppe	Febr. 11	Febr. 26	Aug. 22	Sept. 5	Sept. 28	Nov. 5	Nov. 9	Nov. 29
A	$-0^s.18$	$-0^s.27$	$\pm 0^s.00$	$-0^s.08$	$+0^s.02$	$-0^s.01$	$-0^s.01$	$+0^s.02 = n_n$
B	± 0.00	± 0.00	± 0.00	± 0.00	± 0.00	± 0.00	± 0.00	$\pm 0.00 = n$
C	$+0.28$	$+0.24$	-0.10	-0.04	$+0.01$	$+0.04$	$+0.09$	$+0.02 = n_s$

Man erkennt bereits hieraus, dass für die Messungen der Zonen V, VI, VII, Ia sowohl q als auch t eigentlich vernachlässigt werden kann. Die Bestimmungsgleichungen für q und t lauten:

$$+0.0368\,q \quad +0.0010\,t = n_n - n \quad +0.0048\,p \quad +0.0002\,s$$
$$+0.0966\,q \quad -0.0031\,t = n_n - n_s \quad +0.0050\,p \quad +0.0003\,s$$

wo für p und s die sich später ergebenden Werthe zu setzen sind. Aus ihnen erhält man folgende Werthe für q und t:

	Febr. 11	Febr. 26	Aug. 22	Sept. 5	Sept. 28	Nov. 5	Nov. 9	Nov. 29
q	$-5^s.0$	$-6^s.3$	$\pm 0^s.0$	$\pm 0^s.0$	$\pm 0^s.0$	$\pm 0^s.0$	$\pm 0^s.0$	$\pm 0^s.0$
t	$+6.1$	-33.3	-0.2	-0.3	$+0.1$	± 0.0	$+0.1$	$+0.1$

Für die Zonen III und IV ist also anzuwenden:

$$q = -5^s.6 \quad \pm 0^s.7$$
$$t = -13.6 \quad \pm 19.7$$

Dieser Unsicherheit bei Anwendung der Mittelwerthe aus Febr. 11 und 26 entspricht folgende Unsicherheit in einer Zonenreduction bei dem maximalen Werthe von $\Delta_0\delta = 0^\circ.7$:

	$\Delta\delta_0$	$q\,\Delta_0\delta$	$2\,t\,\Delta\delta_0\,\Delta_0\delta$
Zone 3	$-1^\circ 55'$	$\pm 0^s.01$	$\pm 0^s.02$
» 4	$-0\ 31$	± 0.01	± 0.00

Die Bestimmung von s ist etwas umständlicher, weil $\Delta\alpha$ für die in Betracht kommenden Sterne erhebliche Werthe annimmt, und der Einfluss der p und r-Coefficienten hierbei deshalb ein viel grösserer ist, als bei der Bestimmung von q und t. Es bleibt hier nur folgendes Annäherungsverfahren übrig: Man bestimmt aus ✱ I, II und III, IV (bezw. im vorliegenden Falle auch ✱ 30 und 38a, weil auch diese Sterne bereits wesentlich südlich von der Plattenmitte liegen) einen angenäherten Werth von s, leitet unter Zugrundelegung dieses Werthes aus ✱ II, A_4 I, bezw. ✱ 38a, B_3, 30, bezw. ✱ IV, 21, III einen angenäherten Werth von p und r ab und berechnet mit diesen Werthen s aufs neue.

Die Bestimmungsgleichung für s lautet:

$$+0.0100\,s = n_1 \; +0.0107\,p \; +0.0020\,r \; (+0.0033\,q),$$

wo das q-Glied für alle Zonen V bis Ia vernachlässigt werden kann.

Zur Bestimmung von p und r dienten die Gleichungen:

aus ✱ I, II	$+0.1219\,p = n_2$	$-0.0065\,s$	$-0.0011\,r$
» ✱ 38a, 30	$+0.1394\,p = n_3$	$+0.0026\,s$	$+0.0021\,r$
» ✱ III, IV	$+0.1258\,p = n_4$	$-0.0045\,s$	$-0.0003\,r$
aus ✱ I, A_4, II	$+0.0073\,r = n_5$	$+0.0013\,s$	$-0.0231\,p$
» ✱ 38a, B_3, 30	$+0.0097\,r = n_6$	$-0.0004\,s$	$-0.0036\,p$
» ✱ III, 21, IV	$+0.0077\,r = n_7$	$-0.0009\,s$	$-0.0208\,p$

Hieraus ergaben sich folgende Werthe:

	Aug. 22/25	Sept. 5	Nov. 5	Nov. 9	Nov. 29
s_0	$+36^s$	$+34^s$	$+18^s$	$+26^s$	$+16^s$
s	$+32^s$	$+30^s$	$+26^s$	$+19^s$	$+8^s$
p	$-2^s.0$	$-2^s.0$	$+12^s.5$	$-4^s.8$	$-6^s.0$
r	$+11^s$	$+12^s$	$+20^s$	$+12^s$	$+9^s$

so dass den Reductionen folgende Werthe zu Grunde gelegt werden können:

Zone V und VI	$s = +31^s$	$\pm 1^s$
» VII und Ia	$s = +14^s$	$\pm 6^s$

Die grössten Fehlbeträge in dem $\Delta\alpha\,\Delta\delta$-Glied sind hiernach $\pm 0^s.01$ bezw. $\pm 0^s.06$.

Interessant ist bei der Ableitung der p, r, s noch besonders die Frage nach der inneren Uebereinstimmung der Werthe für p und r aus den drei in ganz verschiedenen Zonen liegenden Sterngruppen. Um gleich eine Vorstellung über die damit zusammenhängende Unsicherheit der Reductionen zu geben, sollen die maximalen Beträge von $p\,\Delta a$ und $r\,\Delta^2 a$, welche in einer Zone auftreten können, gegeben werden.

$+0.1\,p$

	Aug. 22 25	Sept. 5	Nov. 5	Nov. 9	Nov. 29
Nördliche Zone	−0^{s}23	−0^{s}25	+1^{s}26	−0^{s}48	−0^{s}59
Mittlere »	−0.17	−0.20	+1.06	−0.47	−0.65
Südliche »	−0.20	−0.15	+1.41	−0.49	−0.56
Mittel	−0.20	−0.20	+1.24	−0.48	−0.60

$+0.01\,r$

	Aug. 22 25	Sept. 5	Nov. 5	Nov. 9	Nov. 29
Nördliche Zone	+0^{s}21	+0^{s}12	+0^{s}15	+0^{s}10	−0^{s}05
Mittlere »	+0.03	+0.03	+0.37	+0.07	+0.24
Südliche »	+0.10	+0.21	+0.07	+0.20	+0.09
Mittel	+0.11	+0.12	+0.20	+0.12	+0.09

Hieraus folgt als grösste Unsicherheit der Reduction in Bezug auf p: ±0^{s}07, in Bezug auf r: ±0^{s}10 bei Benutzung von drei Sternen, welche sowohl in Bezug auf ihre Lage als auch auf ihre Helligkeit geeignet ausgewählt sind, worauf später noch zurückgekommen werden soll.

Es erübrigt jetzt noch, den Coefficienten s' aus den Declinationseinstellungen der Hauptsterne abzuleiten. Die betreffenden Beobachtungen sind die folgenden:

$\delta-\delta'$

*	Aug. 25	Sept. 5	Sept. 28	Nov. 9	Nov. 10	Nov. 29
II	+27″2	−53″6		−60″1	−66″1	−56″5
A_4	+27.0	−50.3		−57.4	−62.1	−55.1
I	+29.1	−51.4		−59.2	−63.5	−56.6
Mittel	+27.8	−51.8		−58.9	−63.9	−56.1
38a		−73.8	−60″7	−69.3	−65.3	
B_3		−71.4	−58.4	−66.1	−60.3	
30		−65.6	−55.6	−62.6	−58.0	
Mittel		−70.3	−58.2	−66.0	−61.2	
IV	+20.7	−55.4		−61.0	−60.0	−51.4
21	+25.5	−50.1		−57.0	−55.0	−47.3
III	+25.3	−50.8		−58.1	−56.6	−49.4
Mittel	+23.8	−52.1		−58.7	−57.2	−49.4

*	$\delta-\delta'-\varkappa_0'$							r_δ					
	Aug. 25	Sept. 5	Sept. 28	Nov. 9	Nov. 10	Nov. 29	Mittel	Aug. 25	Sept. 5	Sept. 28	Nov. 9	Nov. 10	Nov. 29
II	−0″6	−1″8		−1″2	−2″2	−0″4	−1″2	+0″6	−0″6		±0″0	−1″0	+0″8
A_4	−0.8	+1.5		+1.5	+1.8	+1.0	+1.0	−1.8	+0.5		+0.5	+0.8	±0.0
I	+1.3	+0.4		−0.3	+0.4	−0.5	+0.3	+1.0	+0.1		−0.6	+0.1	−0.8
38a		−3.5	−2″5	−3.3	−4.1		−3.4		−0.1	+0″9	+0.1	−0.7	
B_3		−1.1	−0.2	−0.1	+0.9		−0.1		−1.0	−0.1	±0.0	+1.0	
30		+4.7	+2.6	+3.4	+3.2		+3.5		+1.2	−0.9	−0.1	−0.3	
IV	−3.1	−3.3		−2.3	−2.8	−2.0	−2.7	−0.4	−0.6		+0.4	−0.1	+0.7
21	+1.7	+2.0		+1.7	+2.2	+2.1	+1.9	−0.2	+0.1		−0.2	+0.3	+0.2
III	+1.5	+1.3		+0.6	+0.6	±0.0	+0.8	+0.7	+0.5		−0.2	−0.2	−0.8

Es ist bereits unter No. 2 der Erörterungen über die Tabelle der $\alpha-\alpha'-x_o$ für die Hauptsterne gesagt worden, dass sich zwischen September und November die Distanz Platte—Messapparat änderte, wodurch sich für den 5. November der grosse Werth von p erklärt, während sich p nach der neuen Justirung der Distanz den September-Werthen wieder nähert. Einen wesentlich kleineren Einfluss rief der Distanzfehler ΔR in der Berechnung von s hervor, wie dies zu erwarten stand, da ΔR in s nur mit tg D, also im vorliegenden Falle mit dem Factor 0,19 multiplicirt erscheint. Für die vorliegenden Declinationsbeobachtungen ist ein analoges Resultat zu erwarten. Es können nur q' und r' beeinflusst sein, wobei ΔR in letzterem Coefficienten mit einem Factor sin D cos D, also wieder mit nahe 0.19 multiplicirt vorkommt. Während nun der Einfluss, welchen der kleine Distanzunterschied zwischen der September-Aufstellung und der neujustirten November-Aufstellung (vom 9. Nov. an) auf r' besitzt, an und für sich klein ist, kann der Einfluss von ΔR auf q' in den vorliegenden Declinationen der Hauptsterne überhaupt nicht zum Ausdruck kommen; denn es sind stets nur drei Sterne zusammengefasst, deren Declinationsdifferenz gegen das jeweilige Mittel der Declinationen nicht ganz 4′ beträgt, so dass nur

$$0.0011\,\frac{\Delta R}{R} = 0''.2 \text{ für } \frac{\Delta R}{R} = 3'; \text{ resp. } \Delta R = 0.7 \text{ mm}$$

zur Geltung kommen kann. In Wirklichkeit ist ΔR keinesfalls so gross gewesen. Aus dem Vorstehenden erklärt sich der Umstand, dass die x_δ der vorstehenden Tabelle, wenn man das Mittel der $\delta-\delta'-x_o'$ über alle Tage vom August bis November bildet, sich in den Grenzen der Beobachtungsfehler halten. Für die Bestimmung von s' kann daher sehr wohl dieses Gesammtmittel benutzt werden, um so mehr, da sich s' so klein ergibt, dass es bei der Reduction der Messungen vernachlässigt werden kann. Als Bestimmungsgleichung für s' ergibt sich aus ★ I, II, III, IV.

$$+0.0110\,s' = +2''.1$$

(Nov. 9 und 10 geben zusammengefasst +0″.6, Nov. 29 gibt +2″.2).

Es ist also der maximale Betrag für $s'\,\Delta\alpha\,\Delta\delta$ in einer der Zonen V, VI, VII und Ia:

$$\pm 0.001\,s' = \pm 0''.2$$

weshalb dieses Glied für alle diese Zonen vernachlässigt werden kann.

Es liegt nun auch hier die Frage nahe, welche Werthe von p' und r' sich aus den drei verschiedenen Zonen ergeben, denen die drei Sterngruppen angehören, und wie sich diese Werthe zu einander verhalten. Bei der Erörterung dieser Frage ist eine Discussion des Einflusses nöthig, den die Coefficienten q' und t' auf die Declinationsmessungen der Hauptsterne haben können; denn die Werthe von q' und t' lassen sich nicht analog denen von q und t bestimmen, weil die Declinationen nicht am Kreise abgelesen, sondern zonenweise reducirt werden.

Jeder der Sterne II .... III der vorstehenden Tabelle gibt eine Gleichung:

$$x' + p'\,\Delta\alpha + r'\,\Delta\alpha^2 = \delta-\delta_o' - x_o' - q'\,\Delta\delta_o - t'\,\Delta^2\delta_o - s'\,\Delta\alpha\,\Delta\delta - (q' + 2\,t'\,\Delta\delta_o)\,\Delta_*\delta.$$

Da die Sterne zonenweise zusammengefasst werden, so ist für je drei Sterne $q'\,\Delta\delta_o + t'\,\Delta^2\delta_o$ constant. Das Glied $s'\,\Delta\alpha\,\Delta\delta$ lässt sich nach Bestimmung von s' anbringen. Es ist also nur noch eine Discussion des Gliedes $\Delta_*\delta$ erforderlich. Nach dem bereits Gesagten ist im vorliegenden Falle $\Delta_*\delta = 0.0011$ im Mittel, während $\Delta\delta_o$ folgende Werthe hat:

	$\Delta\delta_o$	$2\,\Delta\delta_o\,\Delta_*\delta$
Nördliche Zone	+0.0534	±0.00011
Mittlere »	−0.0198	±0.00004
Südliche »	−0.0372	±0.00007.

Daraus folgt, dass $q'\,\Delta_*\delta$ erst für $q' = 5'$ und $2\,t'\,\Delta\delta_o\,\Delta_*\delta$ erst für $t' = 50'$ im ungünstigsten Falle denjenigen Betrag annehmen kann, der bei der Reduction der Messungen vernachlässigt werden soll, nämlich 0″.3. Da diese beiden Werthe von q' und t' aber wesentlich grösser sind als die der Plattenjustirung von September bis November entsprechenden, so wird es erlaubt sein, im vorliegenden Falle von dem Gliede $\Delta_*\delta$ in allen drei Zonen abzusehen, so dass die obige Gleichung sich reducirt auf:

$$x' + p'\,\Delta\alpha + r'\,\Delta\alpha^2 = \delta-\delta_o' - x_o'' - s'\,\Delta\alpha\,\Delta\delta = n''.$$

Für die n'' ergibt sich aber folgende Uebersicht:

Wachsende Rectascension ←			
Nördliche Zone	−1″.9	+1″.0	+0″.8
Mittlere »	−3.2	−0.1	+3.2
Südliche »	−2.3	+1.8	+0.4

woraus sich folgende Werthe für die maximalen Beträge 0.1 p' und 0.01 r' bestimmen:

	+0.1 p'	v	+0.01 r'	v
Nördliche Zone	−1″.9	+0″.9	−3″.7	−0″.4
Mittlere »	−4.5	−1.7	+0.4	+3.7
Südliche »	−2.0	+0.8	−6.6	−3.3
Mittel	−2.8		−3.3	

Man erkennt hieraus, dass die Unsicherheit von p' aus verschiedenen Zonen derjenigen von p ($\pm 0\overset{s}{.}07$) ziemlich entspricht, während sich die Sache für r' wesentlich ungünstiger gestaltet als für r ($\pm 0\overset{s}{.}10$). Die Unsicherheit der Bestimmung von p, p' r, r' aus verschiedenen Zonen ist also in allen Fällen verhältnissmässig beträchtlich. Dieses Resultat ist deshalb von grösster Wichtigkeit, weil damit die Frage zusammenhängt, in wie weit es überhaupt gestattet ist, in praxi von **allgemein** giltigen Plattenconstanten zu sprechen und die Zonenmessungen unter Zugrundelegung solcher Constanten zu reduciren. Auf diese Frage weisen auch die an zwei auf einander folgenden Tagen gemachten Declinationsmessungen der Zone VII und Ia (VII 1a und Ia 1a) hin, sowie die Resultate für r und r' aus diesen Zonen. Die Erklärung für das obige Resultat der Unsicherheit liegt nach dem Ermessen des Verfassers sowohl in der Verwendung nicht planer Glasplatten, als auch besonders in der grossen Verschiedenartigkeit der Sternbilder auf den verschiedenen Theilen der Platten. Es ist ohne weiteres klar, dass die ganze Theorie der Reduction ihre Berechtigung verliert, wenn man Platten ausmisst, welche erhebliche Durchbiegungen besitzen, wie solche bei Verwendung gewöhnlichen Glases bis zu sehr erheblichen Beträgen vorkommen. Das ganz verschiedenartige Aussehen der Sternbilder muss andererseits ebenfalls im Sinne des obigen Resultates wirken. Wenn auch der persönliche Einstellungsfehler durch Benutzung des Reversionsprismas thunlichst eliminirt ist, so bleibt doch noch die Unsicherheit der Kenntniss desjenigen Punctes, auf welchen überhaupt einzustellen ist, in den Messungen, und, gerade wenn die Platte keine Ebene ist, ist das Aussehen selbst gleichheller Sternbilder auf symmetrisch gelegenen Plattengegenden keineswegs analog, da eine geringe Focusdifferenz bei kurzbrennweitigen Objectiven bereits eine relativ starke Veränderung des Sternbildes hervorruft. Unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse sind diejenigen Plattenconstanten am einwandfreisten, bei deren Bestimmung nur Messungen zu Grunde gelegt sind, bei welchen die Sternbilder stets symmetrische Form in Bezug auf den Einstellungsfaden besitzen. Diese Bedingung ist bei den Rectascensablesungen nur erfüllt für die Sterne, welche gleiche Rectascension mit der Plattenmitte haben, bei den Declinationsbestimmungen nur für die Sterne, welche gleiche Declination wie die Plattenmitte besitzen. Aus den $\alpha-\alpha' - x_o$ der Hauptsterne A, B, C lassen sich daher q und t wohl sicher bestimmen, aus den $\delta-\delta' - x_o'$ der Hauptsterne D, B, E auch die Constanten p' und r'. Die übrigen Hauptsterne aber, die zur Bestimmung von s und s' benutzt werden, werden grössere Unsicherheit in s und s' sowie in den übrigen Constanten ergeben müssen. Damit also der ganze Modus der Reduction auch **practisch** berechtigt bleibt, ist bei der Justirung ganz besonders darauf zu achten, dass s und s' sich in kleinen Grenzen halten, damit in der Berechnung die Correctionsglieder $\mathfrak{d}\alpha$ und $\mathfrak{d}\delta$ kein Fehler entstehe.

Es kann nunmehr die Berechnung der Correctionsglieder $\mathfrak{d}\alpha$ und $\mathfrak{d}\delta$ für die Vergleichsterne der Zonen III—Ia (für Zone III und IV ohne Berücksichtigung der s und s'-Glieder) nach der Formel:

$$\mathfrak{d}\alpha = s \cdot \Delta\alpha \, \Delta_*\delta + (q + 2\, t\, \Delta\delta_o)\, \Delta_*\delta + t\, \Delta_*^2\delta$$
$$\mathfrak{d}\delta = s' \cdot \Delta\alpha \, \Delta_*\delta$$

geschehen und darauf die Aufstellung der Bedingungsgleichungen mit den absoluten Gliedern $n - \delta\alpha = N$, $n' - \mathfrak{d}\delta = N'$ erfolgen. Die erforderlichen Daten sind:

Zone	III	IV	V	VI	VII	Ia
$\Delta\delta_o$	−0.0334	−0.0046	+0.0157	+0.0375	+0.0611	−0.0651
q	− 5.62	− 5.62	± 0	± 0	± 0	± 0
t	−13.60	−13.60	± 0	± 0	± 0	± 0
s	—	—	+31	+31	+14	+14
s'	—	—	± 0	± 0	± 0	± 0

Die N' sind daher überall gleich den n' zu setzen, während die Correctionsglieder $\mathfrak{d}\alpha$ die folgenden Werthe haben:

$+ \mathfrak{d}\alpha$

*	Zone III	*	Zone IV	*	Zone V	*	Zone VI	*	Zone VII	*	Zone Ia
17	−0.04	30	+0.04	41	−0.01	51	−0.03	61	−0.01	71	−0.01
18	−0.03	32	+0.07	42	±0.00	52	+0.02	62	+0.01	72	+0.01
19	+0.01	33	−0.01	43	+0.02	53	±0.00	62a	−0.01	73	±0.00
20	±0.00	33a	+0.06	44	±0.00	54	+0.01	63	±0.00	74	±0.00
7	+0.05	B_2	±0.00	45	±0.00	55	±0.00	64	±0.00	75	±0.00
22	+0.05	34	−0.05	46	±0.00	56	±0.00	65	±0.00	76a	±0.00
23	−0.03	35	−0.06	47	−0.01	57	−0.02	66	±0.00	77	±0.00
24	−0.02	36a	+0.06	48	+0.02	58	+0.01	67	±0.00	78	±0.00
28	+0.03	38a	+0.07	49	−0.02	58a	+0.02	68	+0.01	78a	+0.01
		39	+0.03	50	−0.01	59	−0.01	68b	+0.01	79	+0.01
		40	+0.06					68a	±0.00	80	−0.01
								69	±0.00		
								70	±0.00		

Zu den nun folgenden Bedingungsgleichungen ist nur noch zu bemerken, dass an die $n = \alpha - \alpha' - \varkappa_o$ der Zone I noch Correctionen angebracht sind, welche aus den Messungen der Zone Ia nachträglich abgeleitet worden sind. Die Sterne 1, 2, 3, 5 fallen, wie bereits gesagt, wegen ihrer Helligkeit aus der Reihe der anderen Sterne der Zone Ia heraus; sie sind deshalb in Zone Ia wie Objecte mit unbekannter Position behandelt. Es ergeben sich auf diese Weise folgende an die Rectascensionsablesungen anzubringende systematische, durch die Distorsion bedingte Correctionen:

★	
1	$-0^{s}.48$
2	-0.37
3	-0.10
5	$+0.40$

welche gleichzeitig zeigen, bis zu welchen Beträgen die Unkenntniss des Punctes auf den bei hellen, in der Nähe des Plattenrandes gelegenen Sternen einzustellen ist, die Messungen verfälschen kann.

Im übrigen sind unter jede Gruppe der folgenden Bedingungsgleichungen die für $\varkappa$, A, r, B, s in Rectascension und $\varkappa'$, A' ... in Declination sich ergebenden Werthe gesetzt, so dass in der folgenden Uebersicht alle zur strengen Reduction der Nebelmessungen erforderlichen Daten enthalten sind, da das Glied $t\,A_*{}^2\delta$ auch in Zone III und IV vernachlässigt werden kann ($t = 14^{s}$; maximaler Betrag von $t\,A_*{}^2\delta$: $-0^{s}.001$)*). Die angegebenen Werthe für m sind die mittleren Fehler der Gewichtseinheit $p = 1$.

★	$\varkappa$ / $\varkappa'$	A / A'	r / r'	B / B''	s / s'		N	v_α	N	v_α	N'	v_δ	p
				Zone I.									
1	$\varkappa$	$-0.0532\,A$	$+0.0028\,r$	—	—	=	$+0^{s}.73$	$+0^{s}.01$					(1)
2	$\varkappa$	-0.0024	±0.0000	—	—	=	$+0.07$	-0.09					(1)
3	$\varkappa$	$+0.0206$	$+0.0004$	—	—	=	$+0.15$	$+0.09$					(1)
5	$\varkappa$	$+0.0642$	$+0.0041$	—	—	=	$+0.11$	-0.02					(1)
α	$+0^{s}.15$	$-6^{s}.0$	$+90^{s}$	—	—								
δ	—	—	—	—	—								
				Zone II. 1.—3.									
6	$\varkappa$	$-0.0575\,A$	$+0.0033\,r$	$-0.0009\,(B'')$	—	=	$+0^{s}.41$	$-0^{s}.03$			$\pm0''.0$	$+0''.4$	1
7	$\varkappa$	-0.0134	$+0.0002$	$+0.0084$	—	=	-0.16	-0.01			$+0.8$	$+0.3$	1
10	$\varkappa$	$+0.0153$	$+0.0003$	-0.0028	—	=	-0.03	$+0.27$			-0.7	±0.0	1
12	$\varkappa$	$+0.0480$	$+0.0023$	$+0.0050$	—	=	-0.54	-0.29			-0.2	-0.4	1
14	$\varkappa$	$+0.0939$	$+0.0088$	$+0.0004$	—	=	$+0.32$	$+0.09$			-0.6	-0.3	1
α	$-0^{s}.24$	$-5^{s}.5$	$+113^{s}$	—	—		$[pvv] = +0^{s}.17$					$+0''.50$	
δ	$-0''.3$	$-7''$	$+\ 32''$	$+112''$	—		$m = \pm0^{s}.29$					$\pm0''.4$	
				Zone II. 5.—7.									
6	$\varkappa$	$-0.0575\,A$	$+0.0033\,r$	$-0.0009\,B$	$+0.0001\,s$	=	$+0^{s}.67$	$-0^{s}.05$			$-1''.6$	$+0''.1$	2
7	$\varkappa$	-0.0134	$+0.0002$	$+0.0084$	-0.0001	=	$+0.05$	$+0.07$			$+0.2$	-0.1	2
10	$\varkappa$	$+0.0153$	$+0.0003$	-0.0028	±0.0000	=	$+0.06$	$+0.11$			$+1.4$	-0.2	2
12	$\varkappa$	$+0.0480$	$+0.0023$	$+0.0050$	$+0.0002$	=	-0.50	-0.15			$+2.3$	$+0.3$	2
13	$\varkappa$	$+0.0620$	$+0.0038$	$+0.0025$	$+0.0002$	=	-0.39	-0.11			$+3.0$	$+0.2$	1
14	$\varkappa$	$+0.0939$	$+0.0088$	$+0.0004$	±0.0000	=	$+0.04$	±0.00			$+5.5$	±0.0	2
16	$\varkappa$	$+0.0974$	$+0.0094$	$+0.0084$	$+0.0008$	=	-0.30	$+0.07$			$+2.1$	-0.1	2
α	$-0^{s}.01$	$-\ 7^{s}.9$	$+91^{s}$	-20^{s}	$-\ 342^{s}$		$[pvv] = +0^{s}.11$					$+0''.4$	
δ	$+0''.8$	$+42''$	$+86''$	$-41''$	$-3930''$		$m = \pm0^{s}.23$					$\pm0''.4$	

*) Die eingeklammerten Werthe der Unbekannten sind aus den Hauptsternen, **nicht** aus den Bedingungsgleichungen abgeleitet.

Zone III. 1.

★	$\varkappa$ / $\varkappa'$	A / A'	r / r'	B / B''	s / s'		N	v_α	N	v_α	N'	v_δ	p
17	$\varkappa$	−0.0811 A	+0.0066 r	+0.0062 B	−0.0005 s	=	$-0^s.77$	$\pm0^s.00$			$+1''.0$	$+0''.5$	1
18	$\varkappa$	−0.0799	+0.0064	+0.0042	−0.0003	=	−0.71	+0.09			−0.2	±0.0	1
19	$\varkappa$	−0.0618	+0.0038	−0.0021	+0.0001	=	−1.13	−0.24			−1.0	±0.0	1
20	$\varkappa$	−0.0251	+0.0007	−0.0004	±0.0000	=	−0.59	+0.09			+0.6	−0.4	1
7	$\varkappa$	−0.0134	+0.0002	−0.0082	+0.0001	=	−0.57	+0.12			−0.6	−0.6	1
21	$\varkappa$	−0.0093	+0.0001	−0.0062	+0.0001	=	−0.41	+0.22			+0.1	−0.2	1
22	$\varkappa$	+0.0165	+0.0003	−0.0073	−0.0001	=	−0.63	−0.30			+2.2	+1.3	1
23	$\varkappa$	+0.0192	+0.0004	+0.0039	+0.0001	=	−0.09	+0.07			−0.1	−1.9	1
24	$\varkappa$	+0.0464	+0.0023	+0.0028	+0.0001	=	−0.06	−0.34			+1.6	+0.4	1
25	$\varkappa$	+0.0509	+0.0026	−0.0058	−0.0003	=	+0.40	+0.14			+2.7	+1.6	1
26	$\varkappa$	+0.0730	+0.0053	+0.0072	+0.0005	=	+0.99	+0.14			+0.8	+1.1	1
27	$\varkappa$	+0.0916	+0.0084	−0.0049	−0.0004	=	+1.04	−0.13			−0.1	+0.2	1
28	$\varkappa$	+0.0927	+0.0086	−0.0048	−0.0004	=	+1.43	+0.23			−1.5	−1.1	1
29	$\varkappa$	+0.0949	+0.0090	−0.0034	−0.0003	=	+1.16	−0.11			−1.2	−0.5	1
α	$-0^s.45$	$+11^s.3$	$+76^s$	$+13^s$	-31^s		$[pvv] = +0^s.47$					$+11''.6$	
δ	$+1''.6$	$+9''$	$-389''$	$+130''$	$-2870''$		$m = \pm0^s.23$					$\pm1''.1$	

Zone III. 2.

★	$\varkappa$ / $\varkappa'$	A / A'	r / r'	B / B''	s / s'		N	v_α	N	v_α	N'	v_δ	p
17	$\varkappa$	−0.0782 A	+0.0062 r	+0.0062 B	−0.0005 s	=	$+0^s.41$	$-0^s.04$			$+3''.6$	$+0''.3$	1
18	$\varkappa$	−0.0771	+0.0060	+0.0042	−0.0003	=	+0.37	−0.01			+3.1	+0.3	1
19	$\varkappa$	−0.0589	+0.0034	−0.0021	+0.0001	=	+0.05	−0.01			+2.3	−0.2	1
20	$\varkappa$	−0.0223	+0.0005	−0.0003	±0.0000	=	+0.05	+0.14			+0.9	−1.4	1
22	$\varkappa$	+0.0195	+0.0004	−0.0073	−0.0001	=	−0.55	−0.09			+2.7	+1.0	1
23	$\varkappa$	+0.0221	+0.0005	+0.0039	+0.0001	=	−0.11	+0.02			−1.2	−0.4	1
24	$\varkappa$	+0.0493	+0.0024	+0.0028	+0.0001	=	−0.29	−0.07			−2.1	+0.9	1
28	$\varkappa$	+0.0956	+0.0091	−0.0048	−0.0005	=	−0.42	+0.04			−5.7	−0.5	1
α	$-0^s.18$	$-3^s.7$	$+23^s$	$+30^s$	-1^s		$[pvv] = +0^s.04$					$+4''.4$	
δ	$+1''.5$	$-49''$	$-510''$	$-136''$	$-4077''$		$m = \pm0^s.14$					$\pm1''.5$	

Zone III. 3.—6.

★	$\varkappa$ / $\varkappa'$	A / A'	r / r'	B / B''	s / s'		N	v_α	N	v_α	N'	v_δ	p
17	$\varkappa$	−0.0782 A	+0.0062 r	+0.0062 (B'')	−0.0005 s	=	$+0^s.01$	$-0^s.03$			$+2''.3$	$-0''.1$	2
18	$\varkappa$	−0.0771	+0.0060	+0.0042	−0.0003	=	+0.04	+0.06			+0.5	−0.3	2
19	$\varkappa$	−0.0589	+0.0034	−0.0021	+0.0002	=	−0.16	−0.03			−1.5	±0.0	2
20	$\varkappa$	−0.0223	+0.0005	±0.0000	±0.0000	=	−0.06	−0.01			+3.2	+1.8	2
7	$\varkappa$	−0.0105	+0.0001	−0.0082	+0.0001	=	−0.10	−0.04			±0.0	−0.7	2
23	$\varkappa$	+0.0221	+0.0005	+0.0039	+0.0001	=	+0.04	+0.01			−0.2	−1.2	2
24	$\varkappa$	+0.0493	+0.0024	+0.0028	+0.0002	=	−0.03	±0.00			+0.1	+0.4	2
28	$\varkappa$	+0.0956	+0.0091	−0.0048	−0.0004	=	+0.16	−0.02			−1.1	+0.1	2
α	$-0^s.02$	$+1^s.0$	$+1^s$	(-7^s)	-262^s		$[pvv] = +0^s.02$					$+5''.4$	
δ	$+2''.1$	$\pm0''$	$-646''$	$+85''$	$-7285''$		$m = \pm0^s.06$					$\pm1''.4$	

*	κ κ'	A A'	r r'	B B'	s s'		N	v_a	N	v_a	N'	v_δ	p
					Zone IV.								
30	κ	−0.0741 A	+0.0055 r	−0.0082(B'')	+0.0006 s	=	$-0^s.19$	$+0^s.02$			$+1''.0$	$-0''.1$	2
32	κ	−0.0574	+0.0033	−0.0125	+0.0007	=	−0.12	+0.07			+0.6	−0.1	1
33	κ	−0.0293	+0.0008	+0.0016	−0.0006	=	+0.04	−0.05			+0.6	±0.0	2
33a	κ	−0.0063	±0.0000	−0.0101	+0.0001	=	−0.16	−0.08			+0.4	±0.0	2
B_2	κ	+0.0070	+0.0001	−0.0006	±0.0000	=	−0.08	−0.01			−1.1	−2.2	1
34	κ	+0.0118	+0.0002	+0.0090	+0.0001	=	−0.24	−0.14			+2.2	+0.2	2
35	κ	+0.0180	+0.0003	+0.0094	+0.0002	=	−0.01	+0.12			+2.3	+0.2	2
36a	κ	+0.0499	+0.0025	−0.0109	−0.0005	=	+0.03	+0.06			+0.5	+1.0	2
38a	κ	+0.0652	+0.0043	−0.0124	−0.0008	=	+0.18	+0.19			−1.2	−0.2	2
39	κ	+0.0759	+0.0058	−0.0046	−0.0004	=	−0.30	−0.16			+0.4	+0.5	1
40	κ	+0.0865	+0.0075	−0.0100	−0.0007	=	−0.19	−0.09			−1.4	−0.5	2
α	$-0^s.06$	$-1^s.0$	-15^s	$(-\ 6^s)$	$-\ 230^s$		[pvv] = $+0^s.22$					$+7''.9$	
δ	$+1''.1$	$-1''$	$-56''$	$+82''$	$+1028''$		m = $\pm 0^s.18$					$\pm 1''.1$	
					Zone V.								
41	κ	−0.0768 A	+0.0059 r	+0.0028(B'')	—	=	$+0^s.22$	$+0^s.03$			$+1''.0$	$-0''.4$	1
42	κ	−0.0734	+0.0054	−0.0004	—	=	+0.12	−0.06			+0.9	−0.2	2
43	κ	−0.0422	+0.0018	−0.0113	—	=	+0.16	+0.03			+0.5	+0.6	1
44	κ	−0.0285	+0.0008	+0.0047	—	=	+0.21	+0.11			+1.8	+1.1	2
45	κ	−0.0001	±0.0000	+0.0062	—	=	−0.02	−0.05			−1.4	−1.7	2
46	κ	+0.0209	+0.0005	−0.0038	—	=	−0.10	−0.08			+2.1	+2.6	1
47	κ	+0.0486	+0.0023	−0.0037	—	=	−0.29	−0.19			−3.0	−2.3	1
48	κ	+0.0490	+0.0024	+0.0109	—	=	+0.02	+0.12			+1.2	+1.1	1
49	κ	+0.0720	+0.0052	−0.0101	—	=	−0.10	+0.07			−2.4	−1.1	1
50	κ	+0.0868	+0.0075	−0.0027	—	=	−0.21	+0.01			−0.3	+0.6	2
α	$+0^s.03$	$-\ 2^s.4$	$-\ 5^s$	$(\pm\ 0^s)$	$(+31^s)$		[pvv] = $+0^s.10$					$+23''.0$	
δ	$\pm 0''.0$	$-13''$	$+49''$	$+59''$	$(\pm\ 0'')$		m = $\pm 0^s.12$					$\pm\ 2''.0$	
					Zone VI.								
51	κ	−0.0719 A	+0.0052 r	+0.0111(B'')	—	=	$+0^s.11$	$+0^s.05$			$-1''.2$	$-0''.6$	1
52	κ	−0.0719	+0.0052	−0.0084	—	=	+0.04	−0.02			+2.3	+0.7	2
53	κ	−0.0349	+0.0012	+0.0008	—	=	−0.08	−0.11			−1.0	−0.7	1
54	κ	−0.0255	+0.0007	−0.0088	—	=	+0.15	+0.12			−0.4	−1.0	1
55	κ	+0.0016	±0.0000	−0.0082	—	=	+0.00	+0.09			+0.7	+0.4	2
56	κ	+0.0056	±0.0000	+0.0010	—	=	−0.14	−0.14			−1.3	−0.5	2
57	κ	+0.0593	+0.0035	−0.0087	—	=	+0.12	+0.17			+1.1	+0.6	1
58	κ	+0.0594	+0.0035	+0.0055	—	=	+0.01	+0.06			+1.1	+2.2	1
58a	κ	+0.0656	+0.0043	+0.0076	—	=	−0.14	−0.08			−0.4	+0.8	1
59	κ	+0.0804	+0.0065	−0.0026	—	=	−0.12	−0.04			−1.1	−1.2	2
α	$\pm 0^s.00$	$-0^s.9$	$-\ 2^s$	$(\pm\ 0^s)$	$(+31^s)$		[pvv] = $+0^s.13$					$+12''.4$	
δ	$-0''.6$	$-6''$	$+149''$	$-109''$	$(\pm\ 0'')$		m = $\pm 0^s.13$					$\pm\ 1''.4$	

*	$\varkappa$ / $\varkappa'$	A / A'	r / r'	B / B''	s / s'		N_1	v_α	N_2	v_α	N''	v_δ	p
				Zone VII.									
61	$\varkappa$	−0.0768 A	+0.0059 r	+0.0050(B'')	—	=	$+0^{s}.66$	$\pm 0^{s}.00$	$+0^{s}.70$	$-0^{s}.08$	$-2''.3$	$-0''.4$	2
62	$\varkappa$	−0.0765	+0.0059	−0.0088	—	=	+0.78	+0.12	+0.89	+0.12	−1.5	+0.5	1
62a	$\varkappa$	−0.0635	+0.0040	+0.0083	—	=	+0.49	−0.07	+0.67	+0.01	−1.4	−1.4	1
63	$\varkappa$	−0.0460	+0.0021	−0.0073	—	=	+0.37	−0.06	+0.47	−0.03	+3.6	+1.8	1
64	$\varkappa$	−0.0246	+0.0006	+0.0062	—	=	+0.22	−0.05	+0.22	−0.10	+3.8	+0.6	1
65	$\varkappa$	+0.0121	+0.0001	−0.0029	—	=	−0.05	−0.06	±0.00	−0.01	+2.8	−0.5	1
66	$\varkappa$	+0.0160	+0.0003	+0.0036	—	=	−0.04	−0.03	+0.02	+0.04	+4.2	+1.1	2
67	$\varkappa$	+0.0468	+0.0022	−0.0063	—	=	−0.09	+0.13	−0.08	+0.18	−0.5	−1.3	2
68	$\varkappa$	+0.0547	+0.0030	+0.0064	—	=	−0.16	+0.12	−0.28	+0.04	−1.6	−1.6	1
68b	$\varkappa$	+0.0843	+0.0071	+0.0045	—	=	−0.62	−0.15	−0.74	−0.20	−3.0	+1.6	1
68a	$\varkappa$	+0.0845	+0.0072	+0.0041	—	=	−0.54	−0.07	−0.63	−0.09	−3.4	+1.3	1
69	$\varkappa$	+0.0865	+0.0075	−0.0004	—	=	−0.66	−0.18	−0.73	−0.17	−5.5	−0.5	1
70	$\varkappa$	+0.0891	+0.0079	−0.0005	—	=	−0.40	+0.10	−0.50	+0.08	−5.7	−0.2	2
α_1	$+0^{s}.10$	$-7^{s}.0$	$+\ 4^{s}$	$(\pm 0^{s})$	$(+14^{s})$		$[pvv] = +0^{s}.16$			$+0^{s}.20$		$+19''.3$	
α_2	+0.11	−8.2	+ 5	(±0)	(+14)		$m = \pm 0^{s}.13$			$\pm 0^{s}.14$		$\pm\ 1''.5$	
δ	$+3''.6$	$-9''$	$-1045''$	$+3''$	$(\pm\ 0'')$								
				Zone Ia.									
71	$\varkappa$	−0.0774 A	+0.0060 r	+0.0076(B'')	—	=	$+1^{s}.17$	$+0^{s}.18$			$+3''.2$	$-1''.9$	2
72	$\varkappa$	−0.0752	+0.0056	−0.0076	—	=	+0.89	−0.06			+7.7	+1.6	2
73	$\varkappa$	−0.0291	+0.0008	−0.0102	—	=	+0.10	−0.22			+0.2	−0.7	1
74	$\varkappa$	−0.0284	+0.0008	+0.0060	—	=	+0.10	−0.22			+1.1	+1.7	2
75	$\varkappa$	−0.0010	±0.0000	−0.0032	—	=	−0.03	−0.04			−1.6	±0.0	2
76	$\varkappa$	+0.0048	±0.0000	+0.0107	—	=	—	—			−3.1	+0.1	1
76a	$\varkappa$	+0.0113	+0.0002	−0.0046	—	=	+0.08	+0.18			−3.4	−1.4	2
77	$\varkappa$	+0.0444	+0.0020	−0.0068	—	=	−0.20	+0.16			−2.2	−0.1	2
77a	$\varkappa$	+0.0462	+0.0021	−0.0059	—	=	—	—			−3.3	−1.1	1
78	$\varkappa$	+0.0605	+0.0036	−0.0006	—	=	−0.46	+0.01			−1.3	+1.1	2
78a	$\varkappa$	+0.0836	+0.0070	+0.0069	—	=	−0.61	−0.03			−2.0	−0.1	2
79	$\varkappa$	+0.0845	+0.0072	+0.0047	—	=	−0.49	+0.09			−1.3	+0.3	2
80	$\varkappa$	+0.0906	+0.0082	−0.0100	—	=	−0.76	−0.16			−0.1	−0.2	2
α	$\pm 0^{s}.00$	$-10^{s}.0$	$+\ 36^{s}$	$(\pm\ 0^{s})$	$(+14^{s})$		$[pvv] = +0^{s}.40$					$+26''.5$	
δ	$-2''.0$	$-48''$	$+674''$	$-90''$	$(\pm\ 0'')$		$m = \pm 0^{s}.23$					$\pm\ 1''.7$	

Für die mehrfach gemessenen Sterne, welche das Gewicht 2 erhalten hatten, ergibt sich also auf Grund der Ausgleichungen folgende Messungsgenauigkeit:

	m_α	m_δ
Zone Ia	$\pm 0^{s}.16$	$\pm 1''.2$
» II	±0.16	±0.3
» III	±0.04	±1.0
» IV	±0.13	±0.8
» V	±0.08	±1.4
» VI	±0.09	±1.0
» VII	±0.10	±1.1

Die gesammte Reduction der Nebelmessungen ist schliesslich also geschehen auf Grund der Formeln:

$$\alpha = \alpha' + \varkappa_o + \varkappa + A\ \Delta\alpha + r\ \Delta\alpha^2 + B\ \Delta_*\delta + s\ \Delta\alpha\ \Delta_*\delta$$
$$\delta = \delta' + \varkappa_o' + \varkappa' + A'\ \Delta\alpha + r'\ \Delta\alpha^2 + B''\ \Delta_*\delta + s'\ \Delta\alpha\ \Delta_*\delta,$$

wo $\varkappa_o$ und $\varkappa_o'$ die im vorigen Abschnitt gegebenen Tagesconstanten sind, und die übrigen Constanten den vorstehenden Auflösungen der Gleichungen für die Haupt- und Zonensterne zu entnehmen waren.

VIII. Der Nebelcatalog und seine Genauigkeit.

Der folgende Catalog gibt in der fünften und achten Columne die in der beschriebenen Weise reducirten Positionen der Nebel für 1900. Die erste Columne gibt die Nummer der Dreyer'schen N.G.C., mit welcher der Nebel eventuell identisch ist. Die zweite Columne enthält die laufende Nummer des vorliegenden Cataloges, während die dritte Columne die während der Messungen benutzte vorläufige Nummer der Objecte zur leichteren Identificirung mit den Originalzahlen enthält. Die vierte Columne gibt die Zone und den Zonentag der Messung. Die sechste und neunte Columne enthalten die Differenzen: Schwassmann — N.G.C. in α und δ, während die siebente und zehnte Columne die entsprechende Differenz gegen Beobachtungen der Nebel durch Mönnichmeyer*) geben. Zu der Beschreibung der Nebel ist zu bemerken, dass die Abkürzungen des Dreyer'schen N.G.C. benutzt sind, zu denen noch die folgenden hinzugefügt wurden:

Af = Nebel vom Aussehen des Andromeda-Nebels
br = breit
dist = Distorsion stört. Z. B. by dist: = infolge excentrischer Lage des Nebels auf der Platte unsichere Position
ell = elliptische Figur
fig = Figur
fig ? dist = Figur wegen Distorsion nicht angebbar
li = like, wie
li li = like a line, strichartig (li plan li wie ein Planetenstrich)
nt = not
nw = schmal
ph = perhaps
pr = probably
{ ph ✱ = Nebel oder Stern
(ph ✱) = vielleicht nur Stern
pr neb = wohl kein Stern, sondern Nebel }
pt = pointed, eingestellt
surr = surrounded by
w = with
wt = without
?, ??, ??? = Object mehr oder weniger reell erscheinend.

Eingeklammerte Angaben bedeuten, dass die Angaben unsicher sind. Ist die Nummer des N.G.C. eingeklammert, so ist die Identificirung als nicht sicher zu betrachten. Die angegebenen Grade bedenten die Positionswinkel eines länglichen Nebels.

(Königstuhl-Nebelliste No. 2.)

N.G.C.	Sn	(Sn)	Zone Tag	α_{1900}	Sn — N.G.C.	Sn — M	δ_{1900}	Sn — N.G.C.	Sn — M	Bemerkungen
4215	1	1	Ia 2	$12^h 10^m 48^s.26$	$+0^s.4$	$-0^s.7$	$+6° 51' 24''.2$	$+0'.1$	$-1''.3$	B, fig ? dist
	2	2	Ia 2	13 51.19			+6 44 33.1			F, fig ? dist, $\alpha\,\delta$:
4260	3	3	Ia 2	14 16.05	−0.3		+6 39 12.4	−0.1		cB, fig ? dist, $\alpha\,\delta$:
4430	4	4	Ia 2	22 20.90	−2.5		+6 48 53.8	−0.1		B, pL, fbp, E
	5	26	II 1	12 3.49			+7 44 47.8			pF, pS, (45°), dist
	6	{ 27	II 1	12 19.55			+7 14 37.0			cF, cS, ph ✱
		20 }	Ia 3	12 19.68			+7 14 44.5			pB, pL, ph Af
	7	29	II 1	12 51.74			+7 44 32.0			cF, pL, E
	8	{ 28	II 1	12 53.25			+7 12 29.0			vF, pL, E, $\alpha\,\delta$:
		19 }	Ia 3	12 53.66			+7 12 33.9			F, pL, E, $\alpha\,\delta$:
	9	30	II 1	15 43.05			+7 14 34.7			vF, cS, ph 2 ✱✱, δ:

*) C. Mönnichmeyer. Beobachtungen von Nebelflecken, angestellt am sechszölligen Refractor der Bonner Sternwarte. Veröffentlichung der Bonner Sternwarte No. 1.

N.G.C.	Sn	(Sn)	Zone Tag	α_{1900}	Sn − N.G.C.	Sn − M	δ_{1900}	Sn − N.G.C.	Sn − M	Bemerkungen
4296	10	{ 31	II 1	12h 16m 22s.43	−3s.1		+7° 12′ 23″.7	−0″.3		cF, cS, alm R
		{ 18	Ia 3	16 22.67	−2.7		+7 12 27.8	−0.2		pF, cS, ll
4309	11	32	II 2	17 6.33	−2.0		+7 41 52.0	−0.1		cF, cS
	12	17	Ia 3	17 14.36			+7 29 9.5			vF, pL, E, 2 N, ??, α δ:
	13	{ 16	Ia 3	17 32.64			+7 13 52.2			cF or vF, cS, ph 2 ✱ ✱
		{ 33	II 2	17 32.97			+7 13 46.7			F, S, ph ✱
	14	34	II 2	17 38.37			+7 13 55.5			eF, cS, ?, dif
4343	15	{ 35	II 2	18 32.94	−0.3		+7 30 25.7	−0.1		cB, pL, Af, 130°
		{ 15	Ia 3	18 33.09	−0.3		+7 30 31.6	±0.0		cB, pL, ell, 130°
	16	36	II 2	18 42.56			+7 44 26.8			cF, cS, cR
	17	14	Ia 2	18 47.85			+7 39 40.6			pF, cS, R, ph ✱
	18	{ 37	II 2	18 59.98			+7 35 46.0			pF, cS, cR
		{ 13	Ia 2	19 0.02			+7 35 46.1			pF, cS, cR
	19	38	II 2	19 1.57			+7 9 36.8			pB, dist, ph ✱
	✱ 19a	✱ 38a	II 2	19 3.70			+7 9 16.7			✱ 10—11
4365	20	39	II 2	19 22.47	−0.7	−0s.27	+7 52 19.0	−0.1	+0″.7	li ✱ 8—9, d of N = 38″, d of neb = 82″
4370	21	64	II 5	19 49.81	−0.6		+7 59 54.7	−0.1		pF, pS, 100°
	22	{ 12	Ia 2	24 5.37			+7 42 25.6			cB, cS, N, R
		{ 41	II 3	24 5.36			+7 42 23.5			cB, cS, li ✱ 10—11, surr m n
	23	{ 11	Ia 2	24 23.43			+7 19 25.7			cF, cS, alm R
		{ 42	II 3	24 23.21			+7 19 20.2			cF, cS, N
	24	43	II 3	29 2.91			+7 26 16.9			eF, vS, nr ✱ 10, α:
4532	25	10	Ia 2	29 14.09	+0.1		+7 1 13.4	+0.7		vB (10.8), pL, 165°, vlN, δ d = 1′
	26	{ 9	Ia 2	29 34.46			+7 42 38.5			cS, pB, lN, 45°
		{ 44	II 3	29 34.35			+7 42 40.0			cF, cS, lN, 45°
	27	{ 8	Ia 2	31 33.08			+7 10 21.7			cF, pL, α:
		{ 45	II 3	31 32.66			+7 10 17.6			vF, pS, dif, α::, δ::
4570	28	{ 46	Ia 3	31 48.56	−0.4		+7 47 49.4	+0.2		cB, pL, Af, N = ✱ 9
		{ 46	II 3	31 48.70	+0.1		+7 47 51.5	+0.3		
	29	7	Ia 2	31 56.23			+7 29 13.2			vF, S, R, li ✱
	30	{ 6	Ia 2	31 57.99			+7 28 35.0			F, pS
		{ 47	II 3	31 58.24			+7 28 36.3			F, cS, nr ✱ 14, α δ:
4612	31	48	II 3	36 28.36	+0.1		+7 51 47.0	−0.1		pB, pS, li ✱ 10—11
	✱ 31a	✱ 48a	II 3	36 32.68			+7 51 48.8			✱ 9—10
	32	5	Ia 2	37 27.59			+7 25 8.3			vF, pL, ?, α δ::
	33	49	II 3	40 12.48			+7 30 17.7			eF, S, li ✱ 14
4224	34	50	II 3	11 27.67	+0.4		+8 1 2.2	−0.1		pF, pS
4233	35	51	II 3	12 1.72	+0.6		+8 10 48.6	±0.0		pF, cS
	36	109	III 5	12 45.00			+8 59 3.6			eF, S, ?, α δ:

N.G.C.	Sn	(Sn)	Zone Tag	α_{1900}	Sn − N.G.C.	Sn − M	δ_{1900}	Sn − N.G.C.	Sn − M	Bemerkungen
	37	76	III 2	12h 13m 21s.66			+8° 37′ 13″.9			neb or ✱, dist, α δ:
	38	77	III 2	13 43.86			+8 47 10.2			eF, pS, ?, 140°, li plan li
	39	78	III 2	13 44.68			+8 25 3.4			vF, S
	40	53	II 5	13 45.31			+8 25 2.6			vF, S, li ✱ 12—13
	41	54	II 5	13 49.26			+8 11 47.4			eF, S, dif, α::, δ:
	42	56	II 5	14 14.85			+8 25 31.5			vF, S
	43	57	II 5	14 23.41			+8 21 7.3			vF, S, α δ:
4276	44	79	III 2	15 0.93	−0s.5		+8 14 49.1	+0′.7		eF, cS
		58	II 5	15 2.07	+0.6		+8 14 47.5	+0.7		pF, pS, FN
	45	61	II 5	15 59.36			+8 15 33.4			vF, vS, R
4318	46	110	III 6	17 37.96	−1.4		+8 45 12.9	−0.2		pF, vS, li ✱ 11—12
4334	47	59	II 5	18 18.57	+0.2		+8 1 41.5	+0.1		cF, cS, Af, 125°, d in δ = 56″, next ✱ [disturbs
	✱ 47a	✱ 59a	II 5	18 19.27			+8 1 2.3			✱ 9—10
	48	112	III 6	18 53.83			+8 21 30.1			pF or cF, vS, N, ph ✱
	49	80	III 2	18 54.53			+8 20 23.3			cF, S, li ✱
		60	II 5	18 54.74			+8 20 21.7			pF, cS or S, 2 vFN, ph 2 ✱✱
		111	III 6	18 54.85			+8 20 21.3			F, S
	50	81	III 2	19 8.14			+8 30 26.6			eF, pS, E, ???
		62	II 5	19 8.66			+8 30 25.6			vF, pL, dif, ??, α δ:
	51	82	III 2	19 22.14			+8 22 23.8			pB, cS, R, N, li ✱
		63	II 5	19 22.49			+8 22 24.6			cB, pS, R, li ✱ 10—9, d = 25″
	52	83	III 2	20 48.02			+8 6 45.2			F, pS, 140°, geom M pt
		65	II 5	20 48.95			+8 6 42.3			cF, pL, Af 115°, nt def N s M
	53	67	II 5	21 15.41			+8 0 47.5			F, vS
4415	54	100	III 4	21 35.61	−1.4		+8 59 25.0	±0.0		F, S
4416	55	84	III 2	21 41.54	−1.5		+8 28 29.8	−0.2		cF, S, N f M, N pt
		52	II 5	21 41.72	−1.3		+8 28 22.2	−0.3		pF, cS, N, dif
		66	II 5	21 41.80	−1.2		+8 28 23.6	−0.3		pF, pS, in α l exc N pt
4434	56	113	III 6	22 31.68	−0.3		+8 42 32.8	+0.1		pB, S, li ✱ 11
4464	57	114	III 6	24 16.44	+0.4		+8 42 37.9	±0.0		pB, vS, li ✱ 11
4466	58	85	III 2	24 25.28	+0.3		+8 15 3.4	+0.3		F, S
		68	II 6	24 25.53	+0.5		+8 14 59.3	+0.2		cF, cS, 98°, li li
4470	59	86	III 2	24 32.54	−0.5		+8 22 41.3	+0.1		cB, cS, li ✱
		69	II 6	24 32.88	−0.1		+8 22 40.9	+0.1		pF, pS, li ✱ 10, s surr neb
	60	115	III 6	24 34.00			+8 24 54.5			eF, vS, ?, ph ✱
(4471)	61	116	III 6	24 35.81	(−0.2)		+8 27 55.9	(+0.6)		li 2 ✱✱ 13
	✱ 61x	✱ 117	III 6	24 36.75			+8 26 59.1			✱ 13—14 [α = 46″
4472	62	87	III 2	24 41.27	−0.7	−0s.50	+8 33 17.5	+0.1	+4″.9	vB, pL or cL, li ✱ 10, Nd δ = 52″,
		70	II 6	24 41.47	−0.5	−0.30	+8 33 16.8	+0.1	+4.2	cB, cL, R, N = ✱ 8—9 pt, Nd 47″, [neb d 203″
	✱ 62a	✱ 87a	III 2	24 45.28			+8 33 18.4			✱ 11
		✱ 70a	II 6	24 45.07			+8 33 16.5			✱ 11

N.G.C.	Sn	(Sn)	Zone Tag	α_{1900}	Sn − N.G.C.	Sn − M	δ_{1900}	Sn − N.G.C.	Sn − M	Bemerkungen
4488	63	104	III 4	12ʰ 25ᵐ 46ˢ.88	−0ˢ.1		+8° 54′ 48″.9	−0′.3		cF, cS, N = ✱ 12—11, nt v def Af [162°, N pt
4492	64	71	II 7	25 54.49	−0.5		+8 37 50.2	±0.0		pF, cS, R
	✱ 64a	✱ 71a	II 7	25 55.98			+8 38 34.5			✱ 11
	65	88	III 3	25 55.33			+8 37 56.3			cF, S, FN
4518	66	118	III 6	28 7.14	+0.1		+8 24 10.7	±0.0		vF, vS, li ✱ 13
4526	67	{ 72	II 7	28 58.25	−0.3	+0ˢ.08	+8 15 6.2	±0.0	+0″.4	B, pL, Af, 110°, Nd = 39″, nebd = 74″
		{ 89	III 3	28 58.39	−0.2	+0.22	+8 15 5.2	±0.0	−0.6	B, cL, Af, 125°, Nd = 32″
	✱ 67a	{ ✱ 72a	II 7	28 57.71			+8 13 43.3			✱ 11
		{ ✱ 89a	III 3	28 57.97			+8 13 44.3			✱ 11
4535	68	75	III 1	29 14.73	(−2.2)		+8 45 1.9	(±0.0)		!!, Grosser Spiralnebel, Schwerpunct [einzustellen gesucht, α δ:
	68a	✱ 75a	III 1	29 16.13			+8 45 58.5			✱ 11—12
	68b	{ 75b	III 1	29 15.43			+8 45 2.9			{ Nebelknoten, li ✱ 12—13, nahe am Schwer- u. Drehpunct des Nebels
		{ 75b	III 3	29 15.86			+8 45 3.1			
	68c	75c	III 1	29 12.33			+8 45 39.7			Nebelknoten, li ✱ 13—14
	68d	75d	III 1	29 12.87			+8 44 48.4			» li ✱ 13
	68e	75e	III 1	29 10.42			+8 43 22.3			» α:, δ:
	68f	75f	III 1	29 15.98			+8 42 53.1			» li ✱ 12—13
	68g	75g	III 1	29 3.98			+8 43 35.9			» li ✱ 11—10
	68h	75h	III 1	29 8.27			+8 47 9.0			»
	✱ 68i	✱ 75i	III 1	29 25.34			+8 44 13.1			✱ 14, äusserst schwach
	69	90	III 3	30 18.03			+8 12 13.5			vF, S, ?
	70	{ 73	II 7	34 20.48			+8 30 55.0			vF, S, α:, δ:
		{ 91	III 3	34 20.92			+8 30 56.6			vF, S
(4598)	71	106	III 5	35 7.79	(−5.8)		+8 56 1.5	(+0.6)		F, vS, N = ✱ 12—13
	72	119	III 6	36 49.53			+8 23 35.4			eF, vS, ?, α:, δ:
4623	73	{ 74	II 7	37 6.30	+0.7		+8 13 32.9	+0.6		cF, S, ll, 0°
		{ 92	III 3	37 6.94	+1.3		+8 13 35.3	+0.7		eF, cS, ll, 0°
	74	93	III 3	39 41.31			+8 38 58.9			vF, vS } deutlich getrennt von einander
	75	94	III 3	39 44.75			+8 39 20.1			eF, vS, ?? }
	76	107	III 5	41 12.01			+8 53 42.5			F, S
	77	123	IV 2	10 58.11			+9 38 4.9			vF, vS
	78	124	IV 2	11 21.88			+9 33 49.1			eF, vS
	79	127	IV 2	11 26.16			+9 59 43.6			vF, S
	80	128	IV 2	11 55.70			+9 57 47.6			vF, S, dif, ll
	81	130	IV 2	12 23.07			+9 54 55.8			F, vS, li ✱ 13
	82	132	IV 2	12 51.21			+9 41 23.6			eF, vS, li ✱ 12—13
	83	134	IV 2	12 58.46			+9 37 38.1			eF, S, 130°
	84	137	IV 3	13 50.26			+9 30 59.5			vF, vS, 10°
	✱ 84a	✱ 137a	IV 3	13 51.76			+9 31 28.3			✱ 14—13

N.G.C.	*Sn*	(*Sn*)	Zone Tag	a_{1900}	*Sn* − N.G.C.	*Sn* − *M*	δ_{1900}	*Sn* − N.G.C.	*Sn* − *M*	Bemerkungen
	85	138	IV 3	$12^h 13^m 55^s.25$			$+9° 41' 2''.9$			eF, vS
	86	139	IV 3	14 38.60			+9 42 14.9			vF, vS
	87	140	IV 3	14 42.99			+9 50 49.2			eF, cS, ??, a ::, δ ::
	88	141	IV 3	14 54.81			+9 39 22.2			eF, eS
	89	143	IV 3	14 55.62			+9 33 12.5			eF, vS, ph ✱ } in einer gemeinsamen
	90	144	IV 3	14 57.48			+9 33 7.8			eF, vS, ph ✱ } Nebelhülle liegend
	90x	142	IV 3	14 57.89			+9 48 42.5			ob ✱, ob neb nicht entscheidbar
	91	146	IV 3	15 21.29			+9 58 43.2			F, S
4307	92	148	IV 4	17 0.07	$+2^s.1$		+9 36 1.1	$-0''.2$		pF, cL or pL, Af, 42°, geom M pt li (95)
		95	III 3	17 0.39	+2.4		+9 36 4.0	−0.1		pF, cL, Af, 38°, v nw l FN, neb v nw, [157"1
	93	149	IV 4	17 1.90			+9 32 40.4			eF, S
4316	94	151	IV 4	17 37.16	+1.2		+9 53 16.6	±0.0		pF, pL or cL, Af, 110°, p gb M, N pt
	95	96	III 3	19 9.55			+9 5 33.1			eF, pL, Af, 48°, fig li 92, wt N, cont ✱ [95a
	✱ 95a	✱ 96a	III 3	19 10.66			+9 5 19.0			✱ 10.5
	96	152	IV 6	19 9.76			+9 49 14.9			eF, vS, ?
4360	97	153	IV 6	19 16.70	−0.3		+9 50 50.0	−0.1		cF, S
4410	98	154	IV 6	21 24.04	+1.0		+9 34 24.7	−0.1		cF, pS, 105°
		97	III 3	21 24.17	+1.2		+9 34 29.9	±0.0		F, cS, ph 2 N, ll 110°, geom M pt
	99	x	III 3	21 24.36			+9 25 32.5			✱ 11, nf surr m n
	100	98	III 3	21 29.55			+9 25 48.3			eF, vS, ??, $a\,\delta$ ::
	101	155	IV 6	21 30.58			+9 35 22.9			vF, S
		99	III 3	21 30.59			+9 35 25.9			vF, vS
	102	156	IV 6	21 41.74			+9 59 50.2			ph ✱ 10—11, sp surr m n
	103	101	III 4	21 42.64			+9 18 40.5			F, pS, E
4424	104	158	IV 6	22 6.91	+1.9		+9 58 25.8	+0.1		!, pB, pL, N, Af 100°
	105	159	IV 6	22 11.12			+9 58 2.4			vF, vS, nf surr m n
	✱ 105a	✱ 159a	IV 6	22 11.97			+9 58 17.1			✱ 10—11
4445	106	160	IV 7	23 11.31	−0.7		+9 59 25.3	+0.3		cF, pS, Af 100°, wt def N
4451	107	161	IV 7	23 36.10	+2.1		+9 48 47.9	−0.1		pB, S, li ✱ 11—12
	108	162	IV 7	23 58.45			+9 57 37.1			cB, cS, li ✱ 10
4469	109	102	III 4	24 23.76	−4.2		+9 18 8.1	−0.6		pF, cL, Af 90°, N f M, N pt, a :
	110	163	IV 7	25 12.71			+9 38 17.2			eF, cS, dif, a :, δ :
4483	111	103	III 4	25 35.92	−2.1		+9 34 12.3	+0.1		pF, vS, li ✱ 11.5
		164	IV 7	25 36.02	−2.0		+9 34 7.1	±0.0		pB, cS or S, li ✱ 11
	112	165	IV 7	28 6.61			+9 46 16.8			eF, S, ?
	113	166	IV 7	28 9.05			+9 56 58.6			vF, vS
	114	167	IV 7	28 16.45			+9 56 30.6			eF, vS
	✱ 114a	✱ 167a	IV 7	28 17.37			+9 56 43.6			✱ 11—12
4519	115	105	III 5	28 25.73	+1.7		+9 12 24.9	−0.3		pF, pL, R, ✱ (or N) M
4522	116	168	IV 7	28 35.07	+0.5		+9 43 29.1	−0.4		pF, pL, bf, li li, Af 40°, wt N

N.G.C.	Sn	(Sn)	Zone Tag	α_{1900}	Sn − N.G.C.	Sn − M	δ_{1900}	Sn − N.G.C.	Sn − M	Bemerkungen
	117	169	IV 7	12h 29m 26.s40			+ 9° 42′ 18.″3			eF, pS, li li 28°, ??
	118	171	IV 7	38 44.54			+ 9 46 25.7			vF, cS, dif, α :, δ :
	119	172	IV 7	39 0.40			+ 9 36 33.6			vF, cS, dif
	120	175	IV 8	42 12.36			+ 9 44 57.6			eF, cS, l 30°, ?
	121	173	IV 7	42 22.25			+ 9 41 22.4			F, S
4698	122	108	III 5	43 19.72	(−9.s5)		+ 9 1 59.6	±0.′0		cB, pS, N
	✱ 122a	✱ 108a	III 5	43 18.04			+ 9 3 58.1			✱ 11
	✱ 122b	✱ 108b	III 5	43 17.97			+ 8 59 20.6			✱ 10
	123	174	IV 8	43 40.38			+ 9 47 8.3			F, S
	124	189	IV 10	3 2.95			+10 56 9.7			pF, pS, l 110°, dist, α :, δ :
4207	125	120	IV 2	10 24.69	+4.3		+10 8 28.9	−0.1		F, cS, exc N, N f M, N pt, l 125°
	126	121	IV 2	10 25.85			+10 6 10.1			eF, eS
	127	122	IV 2	10 30.87			+10 6 46.4			eF, eS, ?
	128	125	IV 2	11 20.24			+10 1 32.0			cF, vS, li ✱ 13
	✱ 128a	✱ 125a	IV 2	11 22.83			+10 1 28.4			✱ 12—13
	129	126	IV 2	11 23.16			+10 1 0.2			vF, vS, li ✱ 14
	130	131	IV 2	12 40.29			+10 10 10.1			vF, vS, l 95°
	131	133	IV 2	13 4.96			+10 3 21.0			vF, cS, dif
	132	135	IV 2	13 22.21			+10 8 32.2			eF, S, li ✱ 13—12
	133	136	IV 3	13 39.14			+10 9 0.0			vF, eS, li ✱ 14
	134	145	IV 3	15 13.63			+10 6 4.4			vF, vS, l 165°
	135	188	IV 10	15 24.46			+10 47 54.6			eF, vS, ??, sp cont ✱ 13
	136	147	IV 4	15 57.38			+10 7 29.8			eF, eS
	137	150	IV 4	17 25.15			+10 2 30.6			vF, pS, α :, δ :, am 3 v F ✱
4380	138	187	IV 10	20 18.58	−0.4		+10 34 20.2	+0.6		pF, cL, N = ✱ 13—12, N pt
	139	186	IV 10	20 45.00			+10 19 5.6			pB, S, li ✱ 10—11
	140	185	IV 10	20 46.00			+10 56 42.0			eF or pF, pS
	141	184	IV 10	20 53.60			+10 36 29.9			vF, vS
4417	142	157	IV 6	21 45.80	−0.2		+10 8 18.6	±0.0		!!, cB, pL, N, Af 65°, N pt
4442	143	183	IV 10	22 59.35	+0.4		+10 21 26.6	−0.1		B, pS, N = ✱ 10—9, ph Af, N pt
	✱ 143a	✱ 183a	IV 10	22 57.64			+10 20 41.7			✱ 13
	✱ 143b	✱ 183b	IV 10	23 5.36			+10 21 40.1			✱ 13
	144	182	IV 10	24 18.05			+10 32 17.9			eF, cS, α :, δ :
4578	145	170	IV 7	32 26.41	−1.2		+10 6 20.3	±0.0		pB, S, li ✱ 11
4596	146	181	IV 10	34 52.29	+0.1		+10 43 30.7	−0.1		cB, pL, N = ✱ 10—9, ph Af 78°
	✱ 146a	✱ 181a	IV 10	34 54.21			+10 42 29.5			
4608	147	180	IV 10	36 9.52	+0.3		+10 42 16.4	±0.0		cB, cS, R, li ✱ 10
	✱ 147a	✱ 180a	IV 10	36 5.41			+10 39 7.2			✱ 12—11
	✱ 147b	✱ 180b	IV 10	36 3.58			+10 42 46.8			✱ 11

N.G.C.	Sn	(Sn)	Zone Tag	α_{1900}	Sn − N.G.C.	Sn − M	δ_{1900}	Sn − N.G.C.	Sn − M	Bemerkungen
	148	179	IV 10	12ʰ 39ᵐ 13ˢ.76			+10° 55′ 19″.6			vF, pS, Af 42°, ??, α δ:
	149	177	IV 8	41 53.93			+10 24 14.1			vF, cS
	150	176	IV 8	42 13.88			+10 45 52.4			vF, S
	151	190	V 1	7 39.55			+11 25 15.2			pF or pB, cL, l, δd 179″, αd 132″, geom [M pt, α:, δ:
	151 A	190 A	V 1	7 40.53			+11 25 25.3			N of neb 151 pt
	152	191	V 1	10 40.45			+11 15 19.0			cF, pL, ??
	153	192	V 1	12 41.38			+11 24 0.9			F, vS, li ✱ 13
4330	154	204	V 2	18 11.81	+0ˢ.8		+11 55 14.7	±0″.0		cF, cL, vl, nw, wt N, α:
	155	193	V 1	20 45.59			+11 0 44.2			cF or pF, pS, iF, FN
4429	156	206	V 2	22 22.13	+0.1	−0ˢ.07	+11 39 39.5	±0.0	−3″.8	!, cB (or B), pL, N = ✱ 10, Af, N pt
	157	209	V 2	24 18.09			+11 59 11.5			vF, vS, R
	158	194	V 1	25 6.28			+11 19 55.3			F, S or vS, N exc f, N pt
4503	159	212	V 3	27 2.44	−0.2	−0.11	+11 43 39.9	±0.0	−3.2	pB, pS, l 10°, N pt
4564	160	213	V 3	31 23.62	+0.4	−0.06	+11 59 23.0	+0.1	+0.2	cB, pL, Af
4567	161	215	V 3	31 28.98	+0.4		+11 48 32.6	±0.0		pB or cB, pL or cL, Af wt N, α:, δ:
4568	162	216	V 3	31 30.84	+0.2		+11 47 16.7	±0.0		pB or cB, pL or cL, Af wt N
(4637)	163	220	V 3	37 44.54	(+0.3)		+11 59 26.5	(−0.4)		cB, S, li ✱ 10
	164	195	V 2	38 43.04			+11 19 10.7			F, pS, plbf, l
	165	222 A	V 4	40 38.87			+11 38 55.1			vF, S, ll
	166	196 A	V 2	43 12.34			+11 39 15.1			eF, vS, ??
	167	196	V 2	43 12.56			+11 37 35.6			vF, S
4694	168	197	V 2	43 12.97	+1.2		+11 31 41.8	−0.4		pB or cB, cS, li ✱ 10.5
	169	198	V 2	43 58.60			+11 30 4.6			cB, pS, li ✱ 95
	170	199	V 2	44 2.59			+11 10 34.7			eF, pL, ?, α:, δ:
4733	171	200	V 2	46 5.01	+1.2		+11 27 20.1	+0.2		pF, cS, li ✱ 11, dist, α: by p ✱
4754	172	224	V 4	47 16.10	+0.3	+0.03	+11 51 27.5	+0.1	+2.3	cB, li ✱ 9.8, pr neb
4762	173	225	V 4	47 54.43	−0.4	−0.26	+11 46 27.3	+0.1	−0.5	cB, pL, N pt, l, dist
	174	226	VI 2	6 41.44			+12 42 5.4			F, pS, wt N, l 115°, α δ: by dist
	175	227	VI 2	7 25.87			+12 40 49.3			cF, pS or pL, wt N, α:, δ:
4200	176	228	VI 2	9 38.55	+3.2		+12 44 13.1	+0.7		cF, vS, li ✱, pr neb
		228	VI 2	—			+12 44 12.5	+0.7		
	177	229	VI 2	12 28.94			+12 56 46.2			vF, pS or pL, l 40°, α:, δ:, ph 2 ✱
	178	230	VI 2	14 12.61			+12 34 21.6			vF, vS, li ✱, pr neb
	179	231	VI 2	14 19.06			+12 51 31.0			vF, vS
4294	180	201	V 2	16 12.69	+2.7		+12 3 55.8	+0.1		pB, cL, FN sp M, Af, N pt
4299	181	202	V 2	16 35.66	+0.7		+12 3 23.3	−0.3		pB, cS, cR
4313	182	203	V 2	17 33.85	+1.8		+12 21 17.2	+1.0		!, pB, pL, FN, Af, N pt
		232	VI 2	17 34.00	+2.0		+12 21 16.3	+1.0		pB or cB, pL, N sf M, Af 140°, FN pt

N.G.C.	*Sn*	(*Sn*)	Zone Tag	α_{1900}	*Sn* − N.G.C.	*Sn* − *M*	δ_{1900}	*Sn* − N.G.C.	*Sn* − *M*	Bemerkungen
4351	183	233	VI 2	$12^h 18^m 57^s.05$	$+1^s.0$		$+12°45'29''.1$	$-0''.1$		pF or pB, cS, cRN, li ✱ 10.8
4371	184	234	VI 2	19 50.89	−0.1		+12 15 27.6	±0.0		cB, cS, R, def N, li ✱ 9.8
		234	VI 2	19 50.99	±0.0		+12 15 27.2	±0.0		—
	185	235	VI 2	20 28.62			+12 48 48.9			vF, cS, l 135°, wt N, li li, pr neb
	186	236	VI 2	21 1.59			+12 21 59.1			eF, cS, l 78°
	187	237	VI 2	21 47.44			+12 39 2.8			eF, S, ?, α:, δ:
	188	238	VI 2	21 50.32			+12 13 3.5			eF, S, ph ✱, cF N, α:, δ:
		205	V 2	21 50.48			+12 12 57.4			eF, S, ?, α:, δ:
4431	189	239	VI 2	22 23.43	−0.2		+12 50 35.2	+0.1		pF, vS
4440	190	240	VI 2	22 49.57	±0.0		+12 50 45.1	±0.0		pB, S, li ✱ 10.2
	191	241	VI 2	23 4.43			+12 38 44.8			vF, vS, li ✱ 13, ph ✱
	192	242	VI 2	23 11.13			+12 20 34.4			vF, S, α:, δ:
		207	V 2	23 11.04			+12 20 32.7			eF, vS, ?, li ✱ 14
4452	193	208	V 2	23 39.39	−0.2		+12 18 27.3	±0.0		!, pB or pF, pL or pS, Af, nw, N pt
		243	VI 3	23 39.61	±0.0		+12 18 27.3	±0.0		pB, pL, Af 50°, nt def N pt
	194	244	VI 3	24 12.05			+12 25 42.8			neb or ✱, B, li ✱ 9.2−9.5
4476	195	245	VI 3	24 55.32	−0.3		+12 54 4.0	+0.1		pB or cB, S, li ✱ 11
4486	196	246	VI 3	25 45.92	+0.3	$+0^s.12$	+12 56 37.4	±0.0	$-0''.2$	vB, li ✱ 8.0
4491	197	210	V 2	25 53.00	−0.6		+12 2 6.3	+0.2		F, cS, ll
	198	247	VI 3	26 1.55			+12 34 45.6			eF, pS or cS, l 30°, ???, α::, δ::
	199	211	V 3	26 28.64			+12 10 38.5			cF, cS, i
		248	VI 3	26 28.68			+12 10 38.9			pF, pS, l 100°
	200	249	VI 3	26 52.27			+12 43 40.5			vF, pS or cS, dif, wt N, α::, δ::
	201	250	VI 3	26 58.82			+12 26 37.1			vF, vS, δ:
	202	251	VI 3	27 2.08			+12 52 23.3			vF, cS, 40°, δ:
4550	203	252	VI 3	30 27.38	+0.2	−0.29	+12 46 18.2	+0.1	−1.6	cB, pL, Af 5°
4551	204	252A	VI 3	30 34.95	−0.2		+12 48 48.2	−0.1		pB, S, li ✱ 10, pr neb
	205	214	V 3	31 24.38			+12 10 11.9			eF, vS, ??, α:, δ:
	206	253	VI 9	31 24.93			+12 57 17.9			vF, vS, (ph ✱ 14)
	207	254	VI 3	31 33.13			+12 26 51.5			vF, pS or cS, dif, cont ✱ 207a
	✱207a	✱254a	VI 3	31 34.91			+12 27 3.2			✱ 12.8
	208	255	VI 3	31 42.51			+12 46 58.2			vF, vS, ph ✱ 14
4579	209	217	V 3	32 40.55	+0.4	+0.13	+12 22 5.1	+0.1	−1.6	B, pL, N = ✱ 9.5, fig? dist
		256	VI 4	32 40.70	+0.5	+0.28	+12 22 4.2	+0.1	−2.5	cB, pL, N = ✱ 9.6
4606	210	257	VI 4	35 55.03	+0.8		+12 27 37.3	+1.0		pF, cS, cont ✱ 210a
	✱210a	✱257a	VI 4	35 53.89			+12 27 10.4			✱ 10.7
	✱210b	✱257b	VI 4	35 52.89			+12 26 35.8			✱ 11.2
4607	211	258	VI 4	36 9.82	+1.6		+12 26 0.9	−1.0		cF, pL, li li 90°, δ:
4621	212	218	V 3	36 59.83	+0.6	±0.00	+12 11 43.0	±0.0	−0.4	B, pS, li ✱ 9.2
		259	VI 4	36 59.85	+0.6	+0.02	+12 11 43.6	±0.0	+0.2	B, pS, N = ✱ 9.5

N.G.C.	Sn	(Sn)	Zone Tag	α_{1900}	Sn − N.G.C.	Sn − M	δ_{1900}	Sn − N.G.C.	Sn − M	Bemerkungen
	213	219	V 3	$12^h 37^m 5^s.76$			$+12° 18' 6''.7$			vF, vS
		260	VI 4	37 6.09			+12 18 8.9			F, S, R, li ✱ 12
4640	214	261	VI 5	37 55.57	$+0^s.8$		+12 50 3.1	$+1'.4$		vF, cS
4647	215	221	V 3	38 30.10	−0.1		+12 7 40.0	±0.0		pB, pL, N l n exc, N pt
4649	216	222	V 3	38 37.42	−0.8	$-0^s.19$	+12 6 2.1	±0.0	$-0''.4$	vB, L, N pt
	217	262	VI 5	39 43.54			+12 53 54.3			F, cS or pS, l 90°
	218	263	VI 5	39 46.08			+12 36 22.6			eF, S, dif, α, δ:
	219	264	VI 5	39 48.50			+12 19 31.9			vF, vS, li ✱ 13
	220	223	V 4	43 33.13			+12 8 35.9			F, pS, ph FN, li plan li, geom N pt
	221	265	VI 5	2 53.48			+13 12 11.1			pB, cS, fig ? dist
	222	300	VII 2	7 6.28			+13 48 12.0			F, cS, fig ? dist
4168	223	301	VII 2	7 11.59	+0.2	−0.07	+13 45 39.8	±0.0	+2.0	pB, cS ?, li ✱, fig ? dist
	224	266	VI 5	7 53.68			+13 20 8.3			pB or pF, cS, N s M, N = ✱ 10.5, S N pt
	225	267	VI 5	8 2.08			+13 28 33.9			vF, pS, dif, diffic, ph 2 ✱, α ::, δ ::, [fig ? dist
	226	268	VI 5	8 15.95			+13 37 30.6			F, S, ph ✱ 13 or 12.5
	227	302	VII 2	8 42.36			+13 58 58.0			pB, cL, gb M, fig ? dist
	228	303	VII 2	8 48.27			+13 43 42.7			pB, pS, fig ? dist
	229	269	VI 5	9 56.17			+13 6 9.3			vF, S, l 10°, (ph ✱ 14) δ:
	230	270	VI 5	10 11.19			+13 34 54.9			cF, cL, l 5°, δ:
		305	VII 2	10 11.54			+13 34 45.0			— δ:
	231	271	VI 5	10 19.14			+13 35 44.0			vF, vS, α :, δ:
4216	232	306	VII 2	10 49.13	+0.7	+0.32	+13 42 20.3	+0.2	±0.0	B, vL, Af 30°, N pt
4222	233	307	VII 2	11 17.77	−0.6		+13 51 50.0	−1.9		cF, pL or cL, wt N, Af 58°, α :, δ:
	234	308	VII 2	11 21.95			+13 50 39.5			F, pS, li li 30°
	235	272	VI 5	12 4.33			+13 0 36.0			vF, pS, ell, 0°
4267	236	273	VI 5	14 40.49	+1.5		+13 21 11.2	+1.5		pB, vS, li ✱ 10.5
	237	274	VI 5	15 42.99			+13 16 56.5			vF, S, li 2 F ✱✱ surr neb, α δ:
4305	238	275	VI 6	16 58.86	+3.9		+13 16 52.9	−0.8		cF, cS or S
4306	239	276	VI 6	16 59.42	+3.4		+13 20 29.2	+0.2		F, vS, R
	240	277	VI 6	18 13.01			+13 36 22.7			eF, pL, li li 145°, ?, α ::, δ ::
	241	278	VI 6	18 39.92			+13 1 48.5			cF, cS, R, N s M, vF exc N pt
	242	279	VI 6	19 19.75			+13 24 21.0			pF or pB, S, ph 2 ✱, p 11.8, f 10.8
4374	243	280	VI 6	19 59.48	−0.5	+0.05	+13 26 29.1	±0.0	+2.7	B, pS, li ✱ 9.2
	244	281	VI 6	20 11.08			+13 16 1.7			vF, vS
4387	245	282	VI 7	20 37.63	±0.0		+13 21 50.9	+0.1		pB, S, li ✱ 10.5
	✱ 245a	✱ 282a	VI 7	20 35.02			+13 23 9.4			✱ 11.2
4388	246	283	VI 6	20 43.05	±0.0		+13 12 56.3	±0.0		pB, cL, Af 90°, nt v def N pt, α:
4402	247	284	VI 7	21 3.34	−0.3		+13 39 54.4	−0.6		pF, cL, li br li 90°, α:
		310	VII 2	21 3.61	±0.0		+13 39 54.7	−0.6		pF or pB, L, l 92°, 3 FN

N.G.C.	*Sn*	(*Sn*)	Zone Tag	α_{1900}	*Sn* — N.G.C.	*Sn* — *M*	δ_{1900}	*Sn* — N.G.C.	*Sn* — *M*	Bemerkungen
	247 A	310a	VII 2	12h 21m 0s.35			—			1. FN of 247
	247 B	310b	VII 2	21 6.93			—			3. FN of 247
	248	311	VII 2	21 5.11			+13° 41′ 16″.3			vF, vS, ph ✱ 13.8
4406	249	285	VI 7	21 7.74	+0s.1	−0s.10	+13 29 59.5	+0″.1	−0″.1	B, pS, li ✱ 9.2
4413	250	286	VI 7	21 28.35	+0.8		+13 09 51.2	+0.2		pF, cS, lexc N = ✱ 11.2, N nf M, N pt
	251	312	VII 3	21 47.10			+13 43 48.7			eF, pS or cS, l 168°, ?, δ ::, α :
4425	252	287	VI 7	22 9.61	±0.0		+13 17 16.5	−1.1		pB, pS, Af 35°
4435	253	288	VI 7	22 36.69	+0.1	−0.05	+13 37 55.4	±0.0	−1.4	cB, pS, N = ✱ 9.5
		313	VII 3	22 36.78	+0.2	+0.04	+13 37 57.7	+0.1	+0.9	—, N pt
4438	254	289	VI 7	22 41.86	+0.3	−0.16	+13 33 41.0	±0.0	−2.1	B, pL, N = ✱ 9.5, Af 35°
		314	VII 3	22 41.99	+0.4	−0.03	+13 33 44.6	−0.1	+1.5	—, N pt
4458	255	315	VII 3	23 54.24	+0.6		+13 47 41.9	±0.0		pB, vS or S, li ✱ 10.8
4461	256	317	VII 3	23 59.65	±0.0	−0.03	+13 44 13.1	±0.0	+1.1	B, pL, BN = ✱ 10.0, Af 20°
	257	318	VII 3	24 30.14			+13 59 46.9			vF, S, R, ??
4473	258	320	VII 3	24 45.66	+0.1	+0.47	+13 58 57.5	+0.1	+0.7	B, pS or pL, R, li ✱ 9.5, N pt
4506	259	324	VII 3	27 7.27	−0.9		+13 58 15.1	±0.0		F, cS
4531	260	290	VI 7	29 13.02	+0.8		+13 37 35.1	+0.2		pF, pL or pS, ll 130°, nt v def F N pt
		325	VII 3	29 13.09	+0.9		+13 37 34.6	+0.2		pF, pS, ll 170°, FN
4552	261	291	VI 8	30 36.97	−0.2	+0.29	+13 6 24.8	±0.0	−2.2	B, pL or pS, N = ✱ 9.2
	✱ 261a	✱ 291a	VI 8	30 44.12			+13 6 42.6			✱ 11
4569	262	327	VII 4	31 47.33	+0.1	−0.24	+13 42 47.0	±0.0	−2.5	B, vL, N = ✱ 10.0, Af 90°
	263	292	VI 8	31 52.51			+13 4 8.9			vF, cS, dif, ?, α ::, δ ::
4584	264	328	VII 4	33 15.31	−2.5		+13 39 33.7	+0.1		cF, S, N = ✱ 12
		293	VI 8	33 15.59	−2.2		+13 39 32.3	±0.0		F, vS, N = ✱ 12.8
	265	329	VII 4	34 1.71			+13 54 43.8			pF or cF, cS, l 130°
	266	294	VI 8	35 50.43			+13 32 5.3			eF, S, ??, α ::, δ ::
4620	267	295	VI 8	36 57.31	−1.5		+13 29 26.8	+0.1		cF, cS, cR, FN pt
	268	296	VI 8	37 7.01			+13 8 39.4			F, vS, ph ✱ 12.8, pr neb
4639	269	331	VII 4	37 50.51	+0.7		+13 48 15.7	+0.2		cB, pS, R
	✱ 269a	✱ 331a	VII 4	37 53.78			+13 47 42.5			✱ 11
	270	298	VI 8	38 51.12			+13 41 6.1			pB, cL, Af
		332	VII 5	38 51.17			+13 41 5.7			—
4654	271	333	VII 5	38 55.20	+0.4		+13 40 21.8	+0.7		—
		297	VI 8	38 55.40	+0.6		+13 40 24.7	+0.7		pB or cB, L, Af 125°, 2 N
	272	336	VII 5	40 30.75			+13 32 39.4			cF, cS, 2 N, fig ? dist
	273	338	VII 6	7 42.92			+14 31 53.5			F, li ✱ 13—12 (ph ✱), α :, δ :
	274	339	VII 6	9 58.90			+14 35 6.5			F, pL or cL, α ::, δ :
	275	304	VII 2	10 0.38			+14 9 4.3			F, S, fig ? dist
4212	276	340	VII 6	10 33.95	−0.4		+14 27 30.0	±0.0		cB

N.G.C.	*Sn*	(*Sn*)	Zone Tag	a_{1900}	*Sn* — N.G.C.	*Sn* — *M*	δ_{1900}	*Sn* — N.G.C.	*Sn* — *M*	Bemerkungen
	277	309	VII 2	$12^h 11^m 51^s.07$			$+14° 10' 58''.0$			F, S, li 2 ✱✱ 12.8, ?
4254	278	341	VII 6	13 44.90	$-0^s.1$	$\pm 0^s.00$	+14 58 25.0	$-0''.1$	$+8''.0$	vB, vL
	279	316	VII 3	23 55.24			+14 7 5.1			cF, S or vS
4459	280	343	VII 6	23 56.77	+0.2	+0.06	+14 31 54.8	±0.0	+1.0	cB, pS, R
4468	281	344	VII 6	24 27.59	±0.0		+14 36 8.0	±0.0		cF, S, R
	282	319	VII 3	24 43.53			+14 12 41.5			vF, vS
4474	283	345	VII 6	24 50.52	−0.1	+0.12	+14 37 16.8	±0.0	−2.7	cB or pB, cS, ll 90°, N = ✱ 10.2
	284	321	VII 3	24 58.50			+14 9 17.6			vF, vS
4477	285	322	VII 3	24 59.03	+0.4	+0.17	+14 11 25.3	+0.1	+2.4	B, cL, N = ✱ 9.8
4479	286	323	VII 3	25 15.32	−0.3		+14 7 50.0	+0.1		cF, S
4501	287	346	VII 6	26 56.05	−0.2	−0.21	+14 58 25.2	−0.1	+3.4	!, vB, vL, Af 135°, N pt, ✱ 12 sf
	288	347	VII 6	27 39.20			+14 30 5.8			pF, pS or pL, FN pt
	289	348	VII 6	27 41.01			+14 44 53.0			vF, vS or S
	290	340	VII 7	29 40.45			+14 47 50.6			cF, S, ph ✱ 12.5
	✱ 290x	✱ 350	VII 7	30 19.41			+14 52 30.4			pr 2 ✱✱, l 128°, Comp 12.2
	291	352	VII 7	30 15.04			+14 51 3.9			cF, vS or S, ph ✱ 12.5
4571	292	354A	VII 7	31 49.83	−1.0		+14 46 6.2	+1.1		cF, cS, li ✱ 13
	293	353	VII 7	31 53.86			+14 46 7.0			cF or F, pL or cL, pFN
	294	330	VII 4	37 10.52			+14 6 23.5			vF, S or vS, li ✱ 13 (ph ✱), α:, δ:
	295	355	VII 7	37 36.00			+14 54 30.8			cF, pS, α::, δ::
4634	296	356	VII 7	37 39.21	−0.6		+14 50 46.4	±0.0		pF, pL, Af 145°, α:, δ:
4659	297	334	VII 5	39 27.83	−1.0		+14 2 40.5	+0.3		pB or pF, cS, ab = ✱ 10.8
	298	335	VII 5	40 19.49			+14 14 12.1			F, S, R (ph ✱)
4689	299	358	VII 7	42 44.66	+0.3		+14 18 29.8	+0.2		pF, pL, α:, δ:
	300	337	VII 5	47 38.95			+14 11 26.1			B, pL or pS, N = ✱ 9.2
4548	301	351	VII 7	30 24.25	+0.1	+0.14	+15 2 58.0	+0.1	+9.1	B, vL, N = ✱ 9.2

Specielle Bemerkungen zu dem Nebelcatalog.

Sn	(*Sn*)	
6, 8	27, 28	Am Rand des Gesichtsfeldes beobachtet.
14	34	An der Grenze der Wahrnehmbarkeit.
17	14	In α geht ein ganz schwaches Object in gleicher δ um $2^s.08$ voraus, das ein Sternchen oder ein Theil des Objects oder ein selbständiger Nebel sein kann.
21	64	Verdichtung der Nebelmaterie etwas folgend gegen die geometrische Mitte.
27	8	An der vorangehenden Seite schliesst sich ein ganz verwaschener, etwas gekrümmter Strich an das eingestellte Object an, welcher sich bis $\alpha = 12^h 31^m 20^s.8$ verfolgen lässt. Die Bezeichnung pL gilt ohne Rücksicht auf diesen Strich.
31	48	Das Object wäre zur Parallaxenbestimmung wegen seiner Form besonders geeignet.
46	110	Object sieht wenig nebelartig aus. Es wurde erst gemessen, nachdem festgestellt worden war, dass ein dem N.G.C. 4318 entsprechendes Object nicht beobachtet worden war.
47	59	Weit geöffneter Spiralnebel. In der Nachbarschaft sehen einige schwache Sterne auch neblig aus; sie werden aber nicht für Nebel gehalten.
52	83	Nach Süden zu eine Art nebliger Verdichtung.

Sn	*(Sn)*	
52	65	Schwerpunct des Objects eingestellt.
56, 57 66	113, 114 118	Anfangs nicht für Nebel gehalten, cf. Bemerkung zu 46.
58	68	Hat kein sehr nebelartiges Aussehen.
60, 61 ✱ 61x	115, 116 ✱ 117	Erst bei der Nachforschung nach N.G.C. 4471 gemessen.
62	87	Dieses Mal ist das Object in beiden Lagen des Reversionsprismas eingestellt worden.
✱ 62a u. 67a	✱ 87a u. 89a	Scharfes, tiefschwarzes Pünctchen, welches hinter dem Faden beim Einstellen verschwindet.
68	75	Grosser Spiralnebel, Durchmesser in $\delta = 340''$, in $\alpha = 250''$.
68f	75f	Am Rande des Spiralnebels gelegen. Stäubchen am α-Faden stört.
68g	75g	Vielleicht schon ausserhalb des Nebels gelegen.
68h	75h	Zugleich äusseren Endpunct der Spirale bildend.
68i	75i	Bis zu diesem Stern erstreckt sich eine matte Andeutung von diffuser Nebelmaterie.
87	140	Unreinlichkeit auf der Platte stört.
95	96	✱ 95a stört.
109	102	Grenzen des Nebels in α: $-5^s.9$ $+5^s.0$.
110	163	In α besonders weit ausgedehnt.
115	105	Das Sternchen in der Mitte verschwindet beim Einstellen hinter dem Faden.
116	168	Mit 2 bis 3 ganz schwach ausgeprägten Nebelverdichtungen. Grenzen in α: $-2^s.9$ $+2^s.5$, in δ: $+55''$ $-39''$.
125	120	Grenzen des Nebels in δ: $+25''$ $-18''$.
138	187	Mit strichartigem Ansatz nach Südosten zu in 130° Positionswinkel. Die Umgrenzung des Nebels, welcher spiralförmig zu sein scheint, ist elliptisch, die grosse Axe in 130° Positionswinkel liegend, die Länge der kleinen Axe gleich 0.4 der grossen. Durchmesser des umgebenden Nebels: 120″.
143	183	Die umgebenden Nebelmassen erstrecken sich hauptsächlich in 90° Positionswinkel.
✱ 143a	✱ 183a	Sternscheibchen verschwindet fast hinter Faden. Einstellungen von grosser Genauigkeit.
✱ 143b	✱ 183b	Eine Spur heller als 143a; Einstellungsverhältnisse daher noch etwas günstiger als bei 143a.
146	181	Die umgebenden Nebelmassen erstrecken sich hauptsächlich in 78° Positionswinkel.
147	180	Besonders gut auszuführender Anschluss an die beiden benachbarten Sterne.
151	190	Grenzen in α: $-3^s.8$ $+5^s.0$, in δ: $+1'\,33''$ $-1'\,26''$.
154	204	Grenzen in α: $-4^s.1$ $+4^s.2$, in δ: $+55''$ $-59''$.
155	193	Schwerpunct eingestellt.
156	206	N ziemlich central gelegen. Grenzen in α: $-5^s.2$ $+5^s.1$.
161	215	Schwerpunct, nahe der Mitte liegend, eingestellt. Nebel geht am sf-Ende in Nebel 162 über. Grenzen in δ: $+16''$ $-32''$, in α: $-2^s.5$ $+3^s.2$.
162	216	Schwerpunct, nahe der Mitte liegend, eingestellt. Nebel geht am np-Ende in Nebel 161 über. Grenzen in δ: $+66''$ $-65''$, in α: $-1^s.5$ $+2^s.2$.
163	220	Durchmesser des Nebels nur eine Spur breiter als der Faden. Die Identificirung dieses Nebels mit N.G.C. 4637 und 4638 ist gleich unsicher.
164	195	Schwerpunct eingestellt.
169	198	Schwerpunct eingestellt. Schwerpunct ein wenig südlich von der Mitte gelegen. Sicher Nebel.
171	200	Auf der vorangehenden Seite liegt ein Sternchen oder eine neblige Verdichtung hart am Nebel, wodurch die α-Einstellung, welche ohne Rücksicht auf diesen Anhang geschah, unsicher wird.
175	227	Grenzen in α: $-1^s.3$ $+2^s.1$, in δ: $+37''$ $-37''$.
180	201	Grenzen in α: $-3^s.0$ $+1^s.4$, in δ: $+58''$ $-16''$.
182	203	Grenzen in δ: $+57''$ $-47''$.
183	233	Stäubchen am α-Faden stört.
192	207	Schicht sieht hier faltig aus.
193	208	Grenzen in α: $-1^s.7$ $+1^s.9$, in δ: $+34''$ $-37''$.
201	250	Wie ein schwacher ✱ mit Nebelansatz nach Norden zu.
210	257	Hellste Stelle eingestellt (Nebelknoten).
✱ 210a	✱ 257a	Gehört vielleicht zum Nebel 210.
✱ 210b	✱ 257b	Schmale Lichtbrücke zwischen ✱ a und b vorhanden?
211	258	Grenzen in δ: $+45''$ $-45''$.
220	223	Grenzen in α: $-2^s.5$ $+3^s.1$.
221	265	R trotz der Distorsion der benachbarten Objecte.
230	270	Strichartig; Schwerpunct eingestellt; gleich nördlich von der eingestellten Stelle schwacher Helligkeitsabfall, noch weiter nördlich wieder heller. Grenzen in δ: $+116''$ $-79''$, und zwar zwischen $+116''$ und $+74''$ sehr schwach.

Sn	(*Sn*)	
230	305	Hellste Stelle eingestellt. Grenzen in δ: $+116'' \; -84''$.
232	306	Wunderschöner Andr.-Nebel-Typus. Grenzen in α: $-5^{s}.2 \; +4^{s}.3$, in δ: $+168'' \; -179''$.
233	307	Hellste Stelle eingestellt. Grenzen in α: $-4^{s}.6 \; +6^{s}.1$, in δ: $+52'' \; -36''$.
234	308	Ob Nebel?
242	279	Schwerpunct eingestellt.
244	283	Ungefähre Grenzen in α: $-4^{s}.9 \; +6^{s}.4$.
247	310	3 Nebelknötchen in α. Mittelstes (hellstes) Knötchen eingestellt. Grenzen in α: $-5^{s}.4 \; +4^{s}.7$.
247a	310a	Vorderstes (schwächstes) Knötchen.
247b	310b	Folgendes Knötchen.
249	285	N nicht gut genug begrenzt, um sehr exacte Messungen zu gestatten.
252	287	Af nicht besonders gut ausgeprägt.
254	289	Kern nicht scharf genug, um sehr genaue Einstellungen zu gestatten. Das ganze Gebiet zwischen $\Delta\alpha = -8^{s}.1$ und $+7^{s}.7$ sowie $\Delta\delta = +356''$ und $-157''$ mit Nebelmaterie erfüllt, aus der sich besonders zwei Stellen hervorheben, die man als besondere Nebel bezeichnen könnte. Die Lage derselben ist in α: $-6^{s}.4 \; +4^{s}.2$.
256	317	Af nicht besonders gut ausgeprägt, da N stark überwiegt.
262	327	Wunderschöner Andr.-Nebel-Typus. Grenzen des intensiven Theils des Nebels in α: $-4^{s}.1 \; +4^{s}.9$, in δ: $+129'' \; -120''$. Besonders im Nordosten hiervon noch weithin schwache Nebelmassen angedeutet.
264	328	Ohne nebligen Anhang.
264	293	Hellste Stelle eingestellt, welche spM liegt.
270	298	2. Kern von 271 oder auch selbständiger Nebel, besser wohl als selbständiger Nebel zu bezeichnen.
274	339	Schwerpunct eingestellt.
277	309	✱ 12.8 mit nebelartigem Ansatz nach Nordwesten zu. Schwerpunct eingestellt.
278	341	Wunderschöner Spiralnebel; nahe am Plattenrand, aber doch noch gut einzustellen. Grenzen in α: $-10^{s}.1 \; +8^{s}.3$, in δ: $+130'' \; -76''$.
286	323	Stäubchen am α-Faden stört.
287	346	Trotz Nähe des Plattenrandes leidlich gut einzustellen, α etwas weniger sicher. Am südöstlichen Rande des Nebels befindet sich ein Stern 12 mg. Grenzen in α: $-7^{s}.3 \; +8^{s}.0$, in δ: $+137'' \; -122''$.
288	347	Nebelartiger Ansatz des ziemlich schwachen Kernes hauptsächlich nach p zu und speciell nach sp.
292	354 A	Nebelknoten oder ✱ in Nebel 293.
295	355	Ein nahe vorausgehender Stern 11.8 mg stört.
301	351	Schöner Spiralnebel, trotz Nähe des Plattenrandes noch leidlich gut einzustellen, Grenzen wegen Nähe des Plattenrandes nicht anzugeben, Grösse etwa wie 278.

Allgemeine Bemerkungen.

1. Die Grössenschätzungen der Sterne beruhen auf keinen besonderen Untersuchungen. Die schwächsten Sterne der Platte sind als Sterne 14 mg bezeichnet worden.
2. Wo nichts Besonderes bemerkt worden ist, ist das geometrische Mittel des Nebels eingestellt.

Specielle Bemerkungen über die Qualität der Einstellungen auf die Nebel.

α, δ sehr gut:

Sn = 22, 28, 163, 236, 262, 281, 293.

α, δ gut:

Sn = 1, 15, 17 (δ), 23, 154, 156, 157, 165, 168, 169, 172, 173, 183 (δ), 184, 190, 193, 194, 195, 203, 208, 210a, 210b, 213, 215, 216, 224, 230 (α), 239, 245, 247 (δ), 250, 252, 253, 254, 258, 278, 280.

α, δ ziemlich gut:

Sn = 6, 18, 26, 183 (α), 196, 209, 212, 221, 261, 268, 287, 300, 301.

Die besonders unsicheren Positionen sind im Catalog selbst angemerkt.

Aus dem vorstehenden Nebelcatalog ergibt sich vor allem das Resultat, dass der Dreyer'sche N.G.C. auch in dem seit Herschels Zeiten als sehr nebelreich bekannten Sternbilde der Jungfrau bei weitem nicht alle Nebelflecken enthält. Zahlenmässig stellt sich der Vergleich von bekannten zu bisher unbekannten Nebelflecken auf der vorliegenden Platte folgendermassen:

Auf dem Plattengebiet: α_{1860} von $12^h 5^m$ bis $12^h 45^m$ und δ_{1860} $+6^\circ\!.5$ bis $+14^\circ\!.9$ befinden sich im N.G.C. im Ganzen 168 Nebelflecke, von denen 4 hinsichtlich ihrer Existenz nicht sicher sind (N.G.C. 4297, 4471, 4560, 4610). Von den bleibenden 164 Nebelflecken sind 118 als sicher oder doch wahrscheinlich richtig identificirt mit auf der Platte ausgemessenen Objecten zu betrachten, während bei weiteren 3 die Identificirung fraglich bleibt. 43 Objecte des N.G.C. sind mithin nicht gemessen worden. Aus der Reihe dieser 43 scheiden zunächst 7 hellere Objecte insofern aus, als dieselben beim Absuchen der Platte vermuthlich für Sterne gehalten wurden, wie es überhaupt nach Massgabe der »Bemerkungen« oft nicht möglich war, sicher zu entscheiden, ob ein Object ein Stern oder ein Nebel war. Diese 7 Nebel sind:

N.G.C. 4352 pF, S		N.G.C. 4543 pF, cS
» 4436 cF, S		» 4660 vB, S
» 4478 pB, S, R		» 4667 B, S, R.
» 4528 pF, cS		

In wie weit die übrig bleibenden 36 schwachen Nebel auf der Platte vorhanden sind, muss eine specielle Untersuchung derselben auf diesen Punct hin entscheiden, welche der Verfasser durchzuführen leider nicht mehr in der Lage ist. Es mag aber ausdrücklich hervorgehoben werden, dass das Absuchen der Platte mit möglichster Sorgfalt geschah, und dass eine Reihe dieser 36 Nebel trotz Nachsuchens nicht gefunden wurde (z. B. N.G.C. 4465, 4467, 4560 etc.).

Von den 301 Objecten des vorliegenden Catalogs sind also nur 121 bereits sicher oder doch wahrscheinlich bekannt. Er enthält also 180 wahrscheinlich bisher unbekannte Nebelflecken. Dies Resultat entspricht ganz den Mittheilungen von Professor Wolf*) über seine Schätzungen betreffs der Anzahl photographischer Nebel in nebelreichen Gegenden. Dass die Zunahme der Zahl der Nebel durch Anwendung von photographischen Hilfsmitteln in solchen nebelreichen Gegenden wie in dem Sternbild der Jungfrau nicht so beträchtlich ist als in nebelarmen Gegenden, wird zum Theil auch eine Folge davon sein, dass die Erfolg versprechenden Gegenden bereits weit genauer abgesucht worden sind als die letzteren (vergl. auch die bereits gegebene Erklärung von Professor Wolf).

In Bezug auf die im Catalog fehlenden Nebel des N.G.C. muss noch speciell darauf aufmerksam gemacht werden, dass in der Zone $+11^\circ$ relativ die wenigsten Identificirungen gelangen. Gerade in dieser mittelsten Zone der Platte werden eben die Nebelflecken am leichtesten für Sterne gehalten werden können.

Für die Identificirung der Objecte mit dem N.G.C. waren naturgemäss zwei Gesichtspuncte massgebend, die Uebereinstimmung der Positionen einerseits und der Beschreibungen andererseits. Da die hierbei innezuhaltenden Genauigkeitsgrenzen immerhin als unsicher zu bezeichnen sind, so sind die Identificirungen mit einem gewissen Vorbehalt aufzunehmen. Jedenfalls dürfte eine abschliessende Untersuchung über das eventuelle Verschwinden und Erscheinen oder über die Umwandlung von Nebelflecken auf Grund des vorliegenden Materials nicht ausgeführt werden können. Es geht aber aus dem Vergleich einer grösseren Anzahl von Positionen mit dem N.G.C. einerseits und anderweitigen Beobachtungen andererseits hervor, dass die Positionen des N.G.C. insbesondere in Rectascension oft erheblich abweichen können, ohne dass die Identificirung dadurch unsicher zu werden braucht. Hinsichtlich des Vergleichs der Beschreibungen ist zu bemerken, dass die vorliegenden Helligkeitsschätzungen im Grossen und Ganzen hellere Werthe ergeben als der N.G.C., wie dies wohl auch in der Natur der photographischen Beobachtung begründet liegt. Nur in ganz vereinzelten Fällen ist ein Nebel sogar als schwächer als im N.G.C. angegeben. Die folgende Tabelle gibt eine Uebersicht über solche Nebel, bei welchen die Helligkeit sogar 3—4 Schätzungsstufen grösser bezeichnet wurde als im N.G.C.

N.G.C.	*Sn*	N.G.C.	*Sn*	Stufen	N.G.C.	*Sn*	N.G.C.	*Sn*	Stufen
4294	180	F	pB	3	4464	57	F	pB	3
4299	181	F	pB	3	4470	59	F	cB	4
4313	182	vF	pF	4	4476	195	F	pB—cB	3—4
4316	94	vF	pF	3	4522	116	eF	pF	4
4318	46	eF	pF	4	4567	161	vF	pB—cB	4—5
4388	246	vF	pB	4	4568	162	vF	pB—cB	4—5
4417	142	F	cB	4	4606	210	vF	pF	3
4424	104	F	pB	3	4634	296	vF	pF	3
4430	4	eF	B	4	4654	271	F	pB—cB	3—4
4461	256	pF	B	3					

In den Grössenschätzungen kommen ebenfalls Abweichungen bis zu 4 Stufen vor, aber dieselben treten mit verschiedenem Vorzeichen auf. Es ist auch ohne weiteres klar, dass bei der benutzten kurzen Brennweite die Helligkeit der Nebelflecke und die Distorsion des Objectivs wesentlich in die Schätzungen der Ausdehnung der Objecte hineinspielen, dass diese Schätzungen also leicht mit ziemlicher Unsicherheit behaftet sein können.

*) Die Entdeckung und Catalogisirung von kleineren Nebelflecken durch die Photographie. Sitzungsbericht der Bayerischen Academie der Wissenschaften. Math.-Phys. Cl. Bd. XXI p. 126.

Ueber die Genauigkeit der Positionen des vorstehenden Catalogs wird man in zweierlei Weise ein Urtheil gewinnen können, erstens durch den Vergleich der Positionen eines Objectes abgeleitet aus Messungen in verschiedenen Zonen, zweitens namentlich durch den Vergleich derselben mit den unmittelbar am Himmel ausgeführten Messungen anderer Beobachter.

1. Die Uebereinstimmung der Positionen in sich.

Die folgende Tabelle gibt eine Uebersicht über die Resultate der Messungen eines und desselben Objectes in benachbarten Zonen, also reducirt mit anderen Constanten. Hierbei ist allerdings zu bemerken, dass systematische Unterschiede insofern möglich sind, als bei Zone V, VI, VII und Ia der persönliche Einstellungsfehler durch Anwendung eines Reversionsprismas eliminirt wurde im Gegensatz zu Zone I, II, III und IV. Die Rectascensionen von Zone I sind trotz ihrer Unsicherheit wegen der geringen Zahl der — zudem zu hellen — Anschlusssterne zum Vergleich mit herangezogen, um zu zeigen, wie gross der systematische Fehler werden kann, wenn man in der Randzone zu helle Vergleichsterne benutzt. Die eingeklammerten Werthe bei dem Vergleich zwischen Zone Ia und I entsprechen den Resultaten ohne Anbringung der im vorigen Abschnitt erwähnten systematischen Correctionen für die Vergleichsterne; die nicht eingeklammerten Werthe sind — abgesehen von dem bei den Nebeln der Zone I vorhandenen persönlichen Einstellungsfehlern — als auf die Zone Ia reducirt zu betrachten.

Sn	(Ia—I)	Ia—I	II—Ia	
	$\frac{1}{2}(\alpha_{1a}-\alpha_1)$	$\frac{1}{2}(\alpha_{1a}-\alpha_1)$	$\frac{1}{2}(\alpha_2-\alpha_{1a})$	$\frac{1}{2}(\delta_2-\delta_{1a})$
1	($+0^s.24$)	$+0^s.02$		
6	(+0.08)	−0.15	$-0^s.06$	$-3''.8$
8	(+0.26)	+0.03	−0.20	−2.4
2	(+0.26)	+0.04		
3	(+0.27)	+0.08		
10	(+0.22)	−0.02	−0.12	−2.0
12	(+0.26)	−0.13		
13	(+0.04)	−0.21	+0.16	−2.8
15	(+0.22)	−0.07	−0.08	−3.0
17	(+0.18)	−0.11		
18	(+0.25)	−0.04	−0.02	±0.0
4	(+0.32)	+0.14		
22	(+0.12)	−0.10	−0.01	−1.0
23	(+0.24)	+0.04	−0.11	−2.8
25	(+0.12)	+0.06		
26	(+0.10)	+0.01	−0.04	+0.8
27	(+0.23)	+0.24	−0.21	
29	(+0.01)	+0.01		
30	(−0.01)	±0.00	+0.12	+0.6
32	(−0.14)	+0.10		
Mittel	(+0.16)	±0.00	−0.05	−1.5

Sn	III—II	
	$\frac{1}{2}(\alpha_3-\alpha_2)$	$\frac{1}{2}(\delta_3-\delta_2)$
44	$-0^s.57$	$+0''.8$
49	−0.10	+1.2
»	+0.06	+1.0
50	−0.26	+0.5
51	−0.18	−0.4
52	−0.46	+1.4
55	−0.09	+3.4
58	−0.12	+2.0
59	−0.17	+0.2
62	−0.10	−0.2
* 62a	+0.10	+1.0
67	+0.07	−0.5
* 67a	+0.13	−0.5
70	+0.22	−0.8
73	+0.31	−1.2
Mittel	−0.08	+0.5

Sn	IV—III	
	$\frac{1}{2}(\alpha_4-\alpha_3)$	$\frac{1}{2}(\delta_4-\delta_3)$
92	$-0^s.16$	$-1''.4$
98	−0.06	−2.6
101	−0.01	−1.5
111	+0.05	−2.6
Mittel	−0.04	−2.0

Sn	VI—V	
	$\frac{1}{2}(\alpha_6-\alpha_5)$	$\frac{1}{2}(\delta_6-\delta_5)$
182	$+0^s.08$	$-0''.4$
188	−0.08	+3.0
192	+0.04	+0.8
193	+0.11	±0.0
199	+0.02	+0.2
209	+0.08	−0.4
212	+0.01	+0.3
213	+0.16	+1.1
Mittel	+0.05	+0.6

Sn	VII—VI	
	$\frac{1}{2}(\alpha_7-\alpha_6)$	$\frac{1}{2}(\delta_7-\delta_6)$
230	$+0^s.18$	$-5''.0$
247	+0.14	+0.2
253	+0.04	+1.2
254	+0.06	+3.2
260	+0.04	−0.4
264	−0.14	−0.7
270	+0.02	−0.2
271	−0.10	−1.4
Mittel	+0.03	−1.2

Die Objecte sind in den einzelnen Tabellen der Rectascension nach geordnet. Man erkennt daher, dass die Werthe des Vergleichs zwischen Zone III und II einen Gang, der von der Rectascension abhängig ist, zeigen, namentlich

in α, weniger in δ ausgesprochen. Dies ist offenbar dem Umstande zuzuschreiben, dass zur Bestimmung der Unbekannten für die Zone II noch relativ zu wenige Bedingungsgleichungen vorlagen. Ein Versuch, die Gleichungen in anderer Weise zu behandeln, indem man die Unbekannten z. B. als Function von s bezw. s' darzustellen suchte, half über diese Schwierigkeit nicht hinweg. Es liegt hierin ein neuer Hinweis darauf, wie wichtig es ist, sich durch Beobachtung der »Hauptsterne« zu vergewissern, dass s und s' sich in kleinen Grenzen halten.

Der Vergleich zwischen Zone Ia und I gibt ein befriedigendes Resultat nach Anwendung der Correctionen für die Anschlusssterne. Es ist dies ein Zeichen dafür, dass die persönlichen Einstellungsfehler für die Nebel selbst nicht sehr gross sein werden.

Besonders deutlich tritt aus den vorstehenden Vergleichungen hervor, dass sich von Zone zu Zone nicht ganz unbeträchtliche constante Fehler ergeben. Man darf nach den vorliegenden Vergleichungen annehmen, dass der constante Fehler einer Zone

$$\text{in } \alpha\text{: etwa } 0^s\!.1, \text{ in } \delta\text{: etwa } 1''$$

betragen kann.

Fasst man schliesslich die Werthe der Tabellen als v_α und v_δ einer Nebelposition auf, so ergeben sich (unter Ausschluss der auch im Nebelcatalog nicht enthaltenen Messungen der Zone I) folgende mittlere Fehler eines Nebelortes des Catalogs:

$$m_\alpha = \pm 0^s\!.16 \qquad m_\delta = \pm 1''\!.8.$$

2. Die Uebereinstimmung der Catalogpositionen mit den Messungen von Mönnichmeyer.

N.G.C.	J.H.	Sn	$Sn-M$ in α	$Sn-M$ in δ	v_α	v_δ	Bemerkungen zu den Messungen
4168	h 1119	223	$-0^s\!.07$	$+2''\!.0$	$-0^s\!.04$	$+1''\!.6$	
4215	1147	1	−0.07	−1.3	−0.04	−1.7	α, δ gut
4216	1148	232	+0.32	±0.0	+0.35	−0.4	
4254	1173	278	±0.00	+8.0	+0.03	+7.6	α, δ gut
4365	1232	20	−0.27	+0.7	−0.24	+0.3	
4374	1237	243	+0.05	+2.7	+0.08	+2.3	
4406	1253	249	−0.10	−0.1	−0.07	−0.5	
4429	1271	156	−0.07	−3.8	−0.04	−4.2	α, δ gut
4435	1274	253	±0.00	−0.2	+0.03	−0.6	α, δ gut
4438	1275	254	−0.09	−0.3	−0.06	−5.7	α, δ gut
4459	1288	280	+0.06	+1.0	+0.09	+0.6	α, δ gut
4461	1290	256	−0.03	+1.1	±0.00	+0.7	
4472	1294	62	−0.40	+4.0	−0.37	+3.6	
4473	II 114	258	+0.47	+0.7	+0.50	+0.3	α, δ gut
4474	h 1295	283	+0.12	−2.7	+0.15	−3.1	
4477	II 115	285	+0.17	+2.4	+0.20	+2.0	
4486	h 1301	196	+0.12	−0.2	+0.15	−0.6	α, δ ziemlich gut
4501	1312	287	−0.21	+3.4	−0.18	+3.0	α, δ ziemlich gut
4503	1313	159	−0.11	−3.2	−0.08	−3.6	
4526	1329	67	+0.14	−0.1	+0.17	−0.5	
4548	1345	301	+0.14	+9.1	+0.17	+8.7	α, δ ziemlich gut
4550	1343	203	−0.29	−1.6	−0.26	−2.0	α, δ gut
4552	1348	261	+0.29	−2.2	+0.32	−2.6	α, δ ziemlich gut
4564	1356	160	−0.06	+0.2	−0.03	−0.2	
4569	M 90	262	−0.24	−2.5	−0.21	−2.9	α, δ sehr gut
4579	h 1368	209	+0.20	−2.0	+0.23	−2.4	α, δ ziemlich gut
4621	1386	212	+0.01	−0.1	+0.04	−0.5	α, δ ziemlich gut
4649	1408	216	−0.19	−0.4	−0.16	−0.8	α, δ gut
4754	1462	172	+0.03	+2.3	+0.06	+1.9	α, δ gut
4762	1466	173	−0.26	−0.5	−0.23	−0.9	α, δ gut

Es war möglich, die Oerter von im Ganzen 30 Nebelflecken mit den Positionen zu vergleichen, welche Mönnichmeyer in der bereits citirten Abhandlung für die Epoche 1892.0 aus seinen Beobachtungen am Bonner 6zölligen Refractor unter Berücksichtigung der Helligkeitsgleichung ableitete. Der Vergleich, welcher in der vorstehenden Tabelle niedergelegt ist, gibt ein anschauliches Bild der bei der Ausmessung der vorliegenden Platte und der Art der Reduction erreichten Genauigkeit, um so mehr, da die erwähnte Abhandlung bereits den Vergleich der Mönnichmeyer'schen Messungen mit denen von Auwers, Dreyer, Ginzel, Kempf, Rümker, Schmidt, Schönfeld, Schultz und Vogel enthält. Eine grössere Anzahl von Vergleichungen der hier in Frage kommenden Nebel lag allerdings nur für Schmidt, Schönfeld, Schultz und Vogel vor. Stellt man für diese Beobachter die Differenzen: »Beobachter — Mönnichmeyer«, welche in der Abhandlung enthalten sind, für die hier in Frage kommenden Nebel zusammen, so erhält man als Mittel dieser Abweichungen in α den systematischen Fehler der einzelnen Beobachter, insofern die Mönnichmeyer'schen Rectascensionen von der Helligkeitsgleichung befreit sind, in δ den systematischen Unterschied zwischen den beiden Beobachtern. Die einzelnen Abweichungen von diesem Mittel werden aber ein Mass für die Genauigkeit der Vergleichung bieten. Man erhält so folgende Uebersicht, in welcher n die Anzahl der Vergleichungen angibt:

Beobachter — Mönnichmeyer.

Beobachter	n	Mittel in α	m_α	Mittel in δ	m_δ
Schmidt	10	$+0^s.18$	$\pm0^s.20$	$-1''.4$	$\pm1''.9$
Schönfeld . . .	25	-0.34	±0.25	-0.5	±2.2
Schultz	20	$+0.02$	±0.20	-1.4	±1.5
Vogel	17	$+0.09$	±0.16	-1.3	±1.5
Schwassmann . .	30	-0.01	±0.20	$+0.5$	±2.9

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, dass der systematische Fehler der Positionen des vorstehenden Catalogs sich nicht nur durchaus in den zu erwartenden Grenzen hält, sondern verhältnissmässig klein ist, ferner dass die Genauigkeit der Catalogpositionen in Rectascension von der gleichen Ordnung ist wie die der mit einem Refractor direct am Himmel gemachten Nebelanschlüsse, während die Declinationen eine etwas geringere Genauigkeit aufweisen.

Unter Berücksichtigung der innern Uebereinstimmung der Messungen der vorliegenden Platte und des Vergleiches mit den Mönnichmeyer'schen Beobachtungen wird man schliesslich den Positionen des Nebelcatalogs dieser Arbeit folgende mittlere Fehler zuschreiben können:

$$m_\alpha = \pm0^s.2 \qquad m_\delta = \pm2''.5.$$

Photographisch-photometrische Untersuchungen

des

Veränderlichen „*S* Leonis"

von **L. Carnera.**

Von der Gegend um *S* Leonis hatte sich bei uns im Laufe der Zeit eine grössere Anzahl Platten angesammelt. Da die Lichtcurve dieses lichtschwachen veränderlichen Sternes sehr wenig bekannt ist, so versuchte ich auf Anregung Professor Wolf's, das vorhandene Material zu benutzen, um die Chandler'schen Elemente dieses Veränderlichen zu prüfen und den Verlauf der Lichtcurve zu bestimmen.

Bei dieser Gelegenheit sollte zum ersten Male ein schon längst von Professor Wolf angestrebter Weg eingeschlagen werden. Es sollte vor Allem die Polgegend mit am gleichen Abend und in gleichen Höhen genommenen Plejadenaufnahmen photometrisch verglichen werden. Da die Sterne der Polgegend an jedem klaren Abend das ganze Jahr hindurch photographirt werden können, so sollten dieselben dann selbst als Hilfsmittel benutzt werden, um möglichst viele und möglichst practisch gelegene Sterngruppen (z. B. die Praesepe, χ Persei oder Standardgruppen Holdens) photometrisch zu aichen, wenn sie jeweils die gleiche Höhe wie die Polgegend haben.

Diese Gruppen sollten dann als Vergleichsgruppen für Veränderliche oder andere zu messende Gruppen benutzt werden, indem sie dann wieder in gleichen Höhen mit den zu untersuchenden Gegenden aufgenommen werden können. Es erhellt, dass so Gegenden, die nie hoch heraufkommen, frei von der variablen Extinction an die Polgegend angeschlossen werden können.

Im Folgenden ist nur in ganz vorläufiger Weise der Versuch gemacht, eine Anzahl Sterne der Polgegend durch die Plejaden zu aichen; mit der Polgegend ist dann die Praesepe, und mit ihr die Gegend um den Variablen *S* Leonis verglichen.

Bei den photometrischen Untersuchungen, die mit optischen Methoden gemacht werden, treten bekanntlich zwei Hauptschwierigkeiten hervor, wenn es sich darum handelt, eine beträchtliche Zahl von Sternen zu gleicher Zeit in Betracht zu ziehen. Die eine hat ihre Ursache in der langen Zeit, welche für die Beobachtung nothwendig ist, so dass die Aenderung der Zenithdistanzen der Sterne und des Luftzustandes starke Störungen der Homogenität der Beobachtungen bringen können. Die zweite findet ihre Ursache in den physiologischen Eigenthümlichkeiten des Auges, indem der Beobachter bei Beurtheilung von Intensitätsunterschieden gewisse Grenzen findet, die nicht immer gleich bleiben, sondern mit der Müdigkeit wechseln.

Da nun diese Schwierigkeiten nicht wegzuschaffen waren, ohne die Methode selbst gründlich zu ändern, so hatten die ersten Versuche der Anwendungen der Photographie auf die Photometrie einen grossen Beifall gefunden und Hoffnungen erregt, dass es endlich möglich würde, die Genauigkeit und die Bequemlichkeit solcher Bestimmungen zu erhöhen. Wenn aber so jene zwei Schwierigkeiten wegzuschaffen waren, so waren leider auch zu gleicher Zeit neue und nicht kleinere eingetreten, die hauptsächlich noch von unseren unvollständigen Kenntnissen über den Zusammenhang zwischen

den Bildern, die auf der Platte entstehen und den Helligkeiten der Objecte, über den Einfluss der Dauer der Exposition, der Grösse und das System der Objective u. s. w. herrühren.

Es ist hier nicht der Platz, von den verschiedenen mathematischen Theorien, welche hierbei entstanden, zu sprechen; ich werde nur daran erinnern, dass es bis heute zwei ganz verschiedene Methoden gibt, um aus photographischen Platten Helligkeiten zu bestimmen. Da es schon seit den ersten Himmelsaufnahmen bemerkt worden war, dass die Sterne sich als Scheibchen abbilden, deren Durchmesser mit der Helligkeit zunimmt, hatte man versucht, die Intensitätsunterschiede auf Längenmessungen zurückzuführen. Aus diesem Grundgedanken war die erste Methode entstanden. Da aber auch so das Problem noch nicht in befriedigender Weise als gelöst zu betrachten war, hatte später besonders Schwarzschild Versuche gemacht, um mit extrafocalen Aufnahmen aus den verschiedenen Schwärzungen die Helligkeiten der Gestirne zu bestimmen. Während aber der Beobachter bei der ersten Methode auch mit den besten Objectiven Schwierigkeiten findet, ganz scharfe und messbare Bilder zu bekommen, besonders wenn die Helligkeitsunterschiede der Sterne gross sind, ist er bei der zweiten gezwungen, sich wieder auf die Fähigkeit des Auges, die feinen Intensitätsunterschiede zu beurtheilen, zu verlassen, und diese Schwierigkeit ist noch dadurch gesteigert, dass die Bilder nicht über die ganze Scheibe homogen geschwärzt sind, sondern nach concentrischen Kreisen. Bei dem vorhandenen Plattenmaterial war selbstverständlich die Anwendung der Schwarzschild'schen Methode ausgeschlossen.

Wie gesagt, sind viele Versuche gemacht worden, um mathematische Formeln zur Helligkeitsbestimmung aus den Messungen der Durchmesser ihrer Bilder zu finden; die bekannteste Formel ist die sehr einfache von C.V.L. Charlier, welche zuerst von ihm selbst in seiner bekannten Arbeit »Ueber die Anwendung der Sternphotographie zu Helligkeitsmessungen der Sterne« und später von vielen Anderen benutzt wurde. Bezeichnet man mit a und b gewisse Constanten, die für jede einzelne Platte zu bestimmen sind, mit d den Durchmesser eines Sternscheibchens und mit m die Helligkeit des Sternes, so ist nach Charlier:

$$m = a + b \cdot \lg d.$$

Es fragt sich, ob bei der Extrapolation der Formel von helleren auf schwächere Sterne die Abweichung nicht zu gross wird. Aus diesem Grunde hat Professor Wolf, als er die Helligkeiten der Sterne im Sternhaufen G.C. 4410*) bestimmte, die graphische Methode vorgezogen. Ich selbst habe im Folgenden die Charlier'sche Formel benutzt, um den Anschluss der Polsterne und der Praesepe-Gegend an die Plejaden, und der *S* Leonis-Gegend an die Praesepe auszuführen, um dann schliesslich aus den Platten für *S* Leonis die von Chandler bestimmten Elemente des Veränderlichen zu untersuchen. Als Ausgang wählte ich die Plejaden, da die Helligkeiten der Sterne in jener Gegend sehr oft und mit grosser Genauigkeit bestimmt worden sind.

Das Verfahren dieser Helligkeitsbestimmungen ist nun leicht zu verstehen. Von zwei Platten (also z. B. Plejaden- und Polaris-Gegend), die von derselben Emulsion waren, gleiche Zeit exponirt und gleich entwickelt worden waren, mass ich die Durchmesser der Sternscheiben, und da die Helligkeiten der Sterne der einen Platte (z. B. Plejaden) bekannt waren, habe ich zuerst aus den bekannten Werthen von m und d, mit der Methode der kleinsten Quadrate die zwei Constanten a und b bestimmt, und dann mit diesen und den gefundenen Durchmessern der unbekannten Sterne der anderen Platte (Polaris-Gegend) die Helligkeiten ausgerechnet.

Die Durchmesser der Sterne sind alle mit einem Fadenmikrometer, verbunden mit einem Mikroskop, gemessen worden, und dabei wurde das Mittel aus zwei senkrechten Durchmessern, die viermal ausgemessen worden waren, genommen. Die Genauigkeit solcher Messungen hängt, wie leicht zu verstehen ist, ganz von der Güte der Bilder auf der Platte ab. Wenn die Aufnahme bei gut focusirtem Objectiv und bei gutem Luftzustand gemacht war, so waren die Scheibchen scharf und leicht zu messen (die Abweichungen der einzelnen Messungen vom Mittel sind in solchen Fällen nicht grösser als 1.0 der Mikrometertheile gewesen, was ungefähr gleich 0.02 einer Grösse ist). Sehr oft aber waren die Bilder nicht so, und besonders, wenn es sich um schwache Sterne handelte, waren die Messungen viel schwieriger und zu gleicher Zeit weniger sicher. In einzelnen Fällen sogar waren es mehr Schätzungen als Messungen; diese sind auf jeden Fall im Folgenden an den gebräuchlichen Zeichen (: oder ::) leicht zu erkennen, und die unter diesen Umständen abgeleiteten Helligkeiten sind nicht in Betracht gezogen worden.

Es wäre endlich wünschenswerth gewesen, den Einfluss der Extinction jedesmal zu untersuchen. Da aber die Platten unter so verschiedenen Umständen gemacht worden waren (ungefähr eine Hälfte der Platten war noch in der Heidelberger Privatsternwarte gemacht worden, die 440 Meter niedriger liegt als das astrophysikalische Observatorium), und da mir immer Platten zur Verfügung standen, die bei gleicher Zenithdistanz gemacht waren, habe ich versucht, den Einfluss der Extinction empirisch zu bestimmen und zu eliminiren.

Nach dieser Einleitung komme ich jetzt zu den erhaltenen Resultaten.

Erste Vorbereitungsarbeit war, wie gesagt, die Helligkeitsbestimmung einiger Polarsterne, welche ich auf die oben erwähnte Weise durch Vergleichungen mit Plejadensternen erhalten habe. Die Plattenpaare, die dazu benutzt wurden, sind aus der folgenden Tabelle zu ersehen, wo auch das Datum, die Zeit der Exposition, der Luftzustand während der Aufnahme, Fabrik und Emulsionsnummer der Platte, mittlere Zenithdistanz und die Art, wie die Platten entwickelt waren, angegeben ist. Die Platten sind im Allgemeinen mit Rodinallösung entwickelt, und es ist die Concentration der Lösung, ob sie schon früher gebraucht war oder nicht, und wie lang die Platten entwickelt wurden, angegeben. Alle Aufnahmen sind mit dem sechszölligen Voigtländer I aufgenommen.

*) Photographische Messung der Sternhelligkeiten im Sternhaufen G.C. 4410. — Astronomische Nachrichten Bd. 126.

Tabelle I.

Nummer der Platte	Datum	Anfang und Ende der Aufnahme (M.Z.)	Luftzustand	Object	Fabrik und Emulsion der Platte	Mittlere Zenithdistanz	Entwicklung
761	1893 Nov. 7	$9^h 41^m 0^s - 10^h 1^m 0^s$	sehr klar	Plejaden	Cramer 6537	34°	fr. Rod. 5%: ca. 5^m
763	»	10 49 0 — 11 9 0	»	α Ursae min.	»	41°	»
771	1893 Nov. 12	9 59 15 — 10 59 15	s. klar, ab. Sturm	Plejaden	Lumière 5911	33°	fr. Rod. 6%: 5^m
774	»	11 40 15 — 12 40 15	»	α Ursae min.	»	41°	»
1706	1899 Dec. 8	12 0 0 — 12 40 10	sehr klar 1.	α Ursae min.	Schleussner 6717	41°	fr. Rod. 5%: 5^m
1708	»	12 58 0 — 13 38 10	»	Plejaden	»	41°	»
2074	1901 April 19	8 46 50 — 9 16 50	klar 1.	Plejaden	Schleussner 7412	82° 30'	fr. Rod. 5%: 7^m
2078	»	10 37 50 — 11 7 50	»	α Ursae min.	»	41'	»

In der folgenden Tabelle sind die Plejadensterne zusammengestellt, die ich benutzt habe.

Tabelle II.

*	Nummer nach Bessel*) oder (C. Wolf*)	Bonner Durchmusterung			Grösse					
		Nummer	α	δ	nach B.D	Lindemann **)	Charlier ***)	M. Wolf †)	Pickering †)	Angenommene Werthe
1	1	+23°.510	$3^h 36^m 50^s.0$	+23° 34'.6	8.2	7.92	8.25	8.20	7.9	8.20
2	27	+23.549	3 39 34.9	+23 52.1	8.5	7.98	8.45	8.45	8.1	8.45
3	21	+24.567	3 38 47.3	+24 12.5	8.6	8.31	8.60	8.55	—	8.55
4	36	+23.565	3 41 17.4	+23 40.5	8.5	9.08	8.85	8.85	8.7	8.85
5	(307)	+23.555	3 39 57.2	+23 43.6	9.0	—	8.80	9.00	9.0	9.00
6	(275)	+23.548	3 39 29.7	+23 41.2	9.2	—	9.15	9.20	8.9	9.20
7	3	+23.551	3 36 58.5	+23 37.5	9.0	9.41	9.80	9.80	9.8	9.80
8	(264)	+23.547	3 39 19.8	+23 38.7	9.5	—	9.75	9.85	9.5	9.85
9	(237)	—	—	—	—	—	10.30	10.30	10.2	10.3
10	35	+23.567	3 41 8.0	+23 48.3	9.2	9.32	9.95	10.30	10.3	10.3

*) Bessel, Verzeichniss von 53 Plejadensternen aus den Beobachtungen mit dem Königsberger Heliometer. Astr. Nachrichten 430. C. Wolf, Description du groupe des Pléjades. Ann. de l'Observat. de Paris. Memoires. Tome XIV.

**) Lindemann, Helligkeitsmessungen der Bessel'schen Plejadensterne. Mémoires de l'Academie impériale des sciences de Saint Pétersburg. 7 serie, tome XXXII. 1884.

***) Charlier, »Ueber die Anwendung der Sternphotographie zu Helligkeitsmessungen der Sterne«. Festschrift der Astr. Gesellschaft.

†) M. Wolf, Photographische Messungen der Sternhelligkeiten im Sternhaufen G.C. 4410. Astr. Nachrichten Bd. 126.

Es sind hier für die einzelnen Sterne nicht nur die Nummern nach Bessel oder C. Wolf, und die Positionen nach der B.D., sondern auch die Helligkeiten, wie sie von verschiedenen Beobachtern bestimmt worden sind, und diejenigen, welche von mir angenommen wurden, zusammengestellt. Aehnliches enthält die nächste Tabelle für die Polarsterne, wo ausser den Positionen und Helligkeiten nach der B.D. auch die, welche sich in Carringtons Catalog finden, angegeben sind.

Tabelle III.

*	Bonner Durchmusterung				Carrington*)	
	Nummer	α	δ	Grösse	Nummer	Grösse
1	+88°.137	$23^h 36^m 28^s$	+88° 23'.3	9.4	3646	10.1
2	+88.136	23 35 58	+88 26.7	9.5	3642	10.3
3	+88.142	23 51 58	+88 38.3	9.4	3689	9.6
4	+88.141	23 48 53	+88 44.2	9.5	3678	10.1
5	+89.38	23 21 18	+89 0.8	9.0	3601	9.7
6	+88.1	0 4 23	+88 51.3	9.5	9	10.3
7	+88.134	23 3 45	+88 35.0	9.1	3543	9.7
8	+88.133	22 43 14	+88 29.9	9.2	3487	9.7
9	+88.2	0 11 2	+88 38.5	8.8	23	8.3**)
10	+88.131	22 30 38	+88 44.0	8.7	3485	9.5
11	+88.139	23 44 6	+88 2.4	9.0	3670	9.7
12	+88.5	0 49 5	+88 12.8	9.2	127	9.9
13	+87.217	23 42 24	+87 32.2	8.5	3660	9.3

*) Carrington, Cat. of 3735 Circumpolar Stars. London 1857. — **) Unsicher.

Die Resultate der Messungen, nämlich die Durchmesser der verschiedenen Sterne, die daraus abgeleiteten Werthe der Constanten *a* und *b*, und dann die vorläufigen Helligkeiten der Polarsterne sind im Folgenden zusammengestellt:

Tabelle IV.

✱	Pl. 761	Platte 763		Pl. 771	Platte 774		Pl. 1708	Platte 1706		Pl. 2074	Platte 2078	
	Durchmesser	Durchmesser	Grösse	Durchmesser	Durchmesser	Grösse	Durchmesser	Durchmesser	Grösse	Durchmesser	Durchmesser	Grösse
1	146.4	94.4	9.56	195.2	131.6	9.50	259.3	202.3	9.47	207.4	171.7	8.66
2	144.8	86.0	9.98	185.8	112.6	10.00	246.1	197.1	9.59	186.1	155.7	8.95
3	117.4	90.0	9.78	177.5	—	—	240.4	203.9	9.43	170.6	165.3	8.77
4	110.3	90.6	9.74	165.5	107.9::	10. 10::	238.4	201.3	9.48	156.6	168.9	8.71
5	104.3	97.1	9.45	150.5	—	—	220.6	215.0	9.19	141.1	202.1	8.16
6	101.8	89.0	9.83	137.1	—	—	214.2	191.9	9.61	145.9	151.3	8.67
7	92.6	95.2	9.52	118.3	—	—	195.5	210.7	9.28	—	177.3	8.57
8	89.5	96.1	9.48	114.0	135.3	9.41	196.6			124.2	203.5	8.14
9	80.5	109.3	8.99	104.6	156.6	8.94	176.0					
10	77.3	107.0	8.89	103.5	164.4	8.78						
11		100.0	9.51		132.6	9.47						
12		95.4	9.30		140.9	9.28						
13		108.1	8.94		163.6	8.80						
a.		30.1607			25.2552			34.0875			24.2720	
b.		−10.4317			−7.4351			−10.6749			−6.9886	

Während hierbei die Zenithdistanz der Polarsterne praktisch constant geblieben war, war die der Plejadenplatten ganz verschieden in den einzelnen Fällen, so dass es unmöglich gewesen wäre, in Bezug auf Extinction übereinstimmende Werthe für die Helligkeiten der Polarsterne zu finden. Die zwei Platten 1706 und 1708 waren aber bei derselben Zenithdistanz exponirt worden, und ich konnte deshalb annehmen, dass die Helligkeiten, wie sie von der Platte 1706 abgeleitet worden waren, schon von dem Einflusse der Extinction befreit wären, und konnte diese Werthe benutzen, um empirisch die Resultate der anderen Platten zu verbessern. Dazu bildete ich zuerst die Differenzen zwischen den Helligkeiten, wie sie von der Platte 1706 und den anderen erhalten worden waren und nahm das Mittel dieser Differenzen als Correctionsglied für die Extinction; so verbesserte ich die Resultate und erhielt das Mittel aus den so gebildeten Werthen als definitive Grösse der unbekannten Sterne. Aus der Tabelle V ist dies alles zu sehen, und in den letzten Colonnen sind auch die Abweichungen der einzelnen erhaltenen Resultate vom Mittel angegeben.

Tabelle V.

✱	1706	Grösse			Differenzen			Corrigirte Grösse			Mittlere Grösse	Abweichungen vom Mittel*)			
		763	771	2078	(1706 − 763)	(1706 − 771)	(1706 − 2078)	763	771	2078		763	771	1706	2078
1	9.47	9.56	9.50	8.66	−0.09	−0.03	+0.81	9.30	9.28	9.45	9.38	+ 8	+10	− 9	− 7
2	9.59	9.98	10.00	8.95	−0.39	−0.41	+0.64	9.72	9.78	9.74	9.71	− 1	− 7	+12	− 3
3	9.43	9.78	—	8.77	−0.35	—	+0.66	9.52	—	9.55	9.50	− 2	—	+ 7	− 5
4	9.48	9.74	[10. 10::]	8.71	−0.26	—	+0.77	9.48	—	9.50	9.49	+ 1	—	+ 1	− 1
5	9.19	9.45	—	8.16	−0.26	—	+1.03	9.19	—	8.95	9.11	− 8	—	− 8	+16
6	9.61	9.83	—	8.67	−0.22	—	+0.94	9.57	—	9.46	9.55	− 2	—	− 6	+ 9
7	9.28	9.52		8.57	−0.24	—	+0.71	9.26	—	9.36	9.30	+ 4	—	− 2	− 6
8	—	9.48	9.41	8.14				9.22	9.19	8.93	9.11	−11	− 8	—	+18
9	—	8.99	8.94	—				8.73	8.72	—	8.72	− 1	± 0	—	—
10	—	8.89	8.78	—				8.63	8.56	—	8.60	− 3	+ 4	—	—
11	—	9.51	9.47	—				9.25	9.25	—	9.25	± 0	± 0	—	—
12	—	9.30	9.28	—				9.04	9.06	—	9.05	+ 1	− 1	—	—
13	—	8.94	8.80	—				8.68	8.58	—	8.63	− 5	+ 5	—	—
			Summe . .		−1.81	−0.44	+5.56								
			Mittel . .		−0.26	−0.22**)	+0.79								

*) Die Abweichungen sind im Sinne Mittel−E.W. und in 0.01 einer Grösse ausgedrückt.
**) Die mittlere Differenz, zwischen den verschiedenen Werthen der Platten 763 und 761, ist +0.06.

Ich muss hier noch bemerken, dass, wenn ich ohne weiteres als Correctionsglied für die eine Platte 771: —0.22 angenommen habe, obgleich es nur das Mittel aus zwei Differenzen ist, ich mich dazu für berechtigt hielt, weil ich indirect ganz ähnliche Werthe bekommen hatte. Wenn man nämlich die mittlere Differenz der Resultate aus den Platten 763 und 771 bildet, so findet man +0.06, und weil die Differenz der Platten 1706 und 763: —0.26 ist, sollte indirect die Differenz der Platten 1706 und 771: —0.20 sein, was mit dem gefundenen Werth mit genügender Genauigkeit übereinstimmt.

Nachdem ich auf diese Weise die Helligkeiten der Polarsterne bestimmt hatte, beschäftigte ich mich mit einigen Sternen in der Praesepe. Die Platten, die ich dazu benutzt habe, sind aus der Tabelle VI zu ersehen.

Tabelle VI.

Nummer der Platte	Datum	Anfang und Ende der Aufnahme (M.Z.)	Luftzustand	Object	Fabrik und Emulsion der Platte	Mittlere Zenithdistanz	Entwicklung
707	1893 April 13	$9^h45^m0^s - 10^h5^m0^s$	sehr klar	Praesepe	Schleussner 4142	42°	frisches Rod. 4%: 5^m
709	»	10 25 0 — 10 45 0	»	Polaris	»	41°	»
721	1893 April 17	8 54 0 — 9 4 0	klar, ab. windig	Praesepe	Schleussner 4142	38°	Hydrochinon-Eikonogen:
722	»	9 27 0 — 9 37 0	»	Polaris	»	41°	» 3^m
2077	1901 April 19	9 38 55 — 10 8 55	klar 1.	Praesepe	Matter 3040	48°	Gebr. Rod. 5%: 12^m
2079	»	10 37 55 — 11 7 55	»	Polaris	»	41°	»
2074	1901 April 19	8 46 50 — 9 16 50	klar 1.	Plejaden	Schleussner 7412	82° 30′	frisches Rod. 5%: 7^m
2076	»	9 38 50 — 10 8 50	»	Praesepe	»	48°	»

In der Tabelle VII sind die Sterne der Praesepe zu finden, die von mir in dieser Abeit benutzt worden sind.

Tabelle VII.

*	1855.0		Bonner Durchmusterung		Hall*)	
	α	δ	Nummer	Grösse	Nummer	Grösse
1	$8^h33^m58^s.7$	+20° 33′.1	20.2189	9.2	134	9.6
2	8 34 58.0	+20 17.5	—	—	—	—
3	8 34 44.1	+20 6.3	20.2194	9.5	—	—
4	8 34 13.8	+19 54.7	—	—	136	10.5
5	8 34 28.0	+19 35.0	—	—	—	—
6	8 34 28.0	+19 22.7	19.2086	9.5	—	—
7	8 35 31.6	+20 12.9	20.2197	9.5	—	—
8	8 33 24.1	+20 44.4	20.2184	9.5	122	10.7
9	8 33 17.5	+19 39.3	19.2080	8.9	121	9.3
10	8 34 22.3	+20 2.9	20.2192	9.4	137	9.7
11	8 33 56.1	+20 12.1	—	—	132	10.2
12	8 31 38.4	+20 32.3	20.2155	9.1	110	9.7
13	8 32 50.1	+20 20.4	20.2177	9.0	70	10.0

*) A. Hall, Catalogue of 151 stars in Praesepe. Washington observations for 1867. Appendix. IV.

Die folgende Tabelle VIII enthält die Resultate der Messungen, die Werthe der Constanten *a* und *b* für jedes Plattenpaar und die vorläufigen Helligkeiten der Sterne, während man aus der Tabelle IX sehen kann, wie die Correctionsglieder der Extinction bestimmt, wie die einzelnen Resultate verbessert, und was für definitive Helligkeiten erhalten worden sind.

Tabelle VIII.

*	Pl. 709	Platte 707		Pl. 722	Platte 721		Pl. 2079	Platte 2077		Platte 2076	
	Durchmesser	Durchmesser	Grösse	Durchmesser	Durchmesser	Grösse	Durchmesser	Durchmesser	Grösse	Durchmesser	Grösse
1	88.9	95.5	9.21	71.8	90.4	9.65	144.8	137.6	9.51	208.3	8.27
2	82.1	86.0	9.46	63.8	82.5	9.95	137.1	127.5	9.81	157.8	8.91
3	87.6	85.6	9.47	70.0	—	—	133.9	126.7	9.83	166.2	8.75
4	—	75.0	9.79	—	—	—	—	120.5	10.04	140.4	9.26
5	97.4	71.3::	9.92	79.3	—	—	145.2	113.5	10.29	147.6	9.11
6	—	79.1	9.66	—	77.6::	10.14::	—	126.9	9.83	160.5	8.86
7	90.0	92.1	9.29	69.4	85.5	9.83	141.0	141.1	9.39	182.6	8.47
8	98.6	91.2	9.32	74.2	83.5	9.91	148.2	127.7	9.80	163.8	8.79
9	110.1	112.4	8.81	87.2	107.3	9.10	173.5	156.9	8.96	—	—
10	117.5	96.9	9.17	89.4	96.2	9.45	160.5	132.7	9.44	—	—
11	96.3	99.6	9.13	83.1	92.4	9.58	151.6	143.7	9.32	—	—
12	—	124.3	8.56	—	111.1	8.99	—	166.7	8.72	—	—
13	114.1	119.1	8.67	89.5	106.2	9.13	167.1	164.6	8.77	—	—
a.		20.2798			24.1583			29.6097		24.2720	
b.		−5.5921			−7.3653			−9.4030		−6.9886	

Tabelle IX.

*	707	Grösse			Differenzen			Corrigirte Grösse			Mittlere Grösse	Abweichungen vom Mittel			
		721	2076	2077	(707 − 721)	(707 − 2076)	(707 − 2077)	721	2076	2077		707	721	2076	2077
1	9.21	9.65	8.27	9.51	−0.44	+0.94	−0.30	9.20	9.01	9.26	9.17	− 4	− 3	+16	− 9
2	9.46	9.95	8.91	9.81	−0.51	+0.55	−0.35	9.50	9.65	9.56	9.54	+ 8	+ 4	−11	− 2
3	9.47	—	8.75	9.83	—	+0.72	−0.36	—	9.49	9.58	9.51	+ 4	—	+ 2	− 7
4	9.79	—	9.26	10.04	—	+0.53	−0.25	—	10.00	9.79	9.86	+ 7	—	−14	+ 7
5	9.92	—	9.11	10.29	—	+0.81	−0.37	—	9.85	10.04	9.94	+ 2	—	+ 9	−10
6	9.66	10.14::	8.86	9.83	−0.48	+0.80	−0.17	9.69	9.61	9.58	9.63	− 3	− 6	+ 2	+ 5
7	9.29	9.83	8.47	9.39	−0.54	+0.82	−0.10	9.38	9.22	9.14	9.26	− 3	−12	+ 4	+12
8	9.32	9.91	8.79	9.80	−0.59	+0.53	−0.48	9.46	9.54	9.55	9.47	+15	+ 1	− 7	− 8
9	8.81	9.10	—	8.96	−0.29	—	−0.15	8.65	—	8.71	8.72	− 9	+ 7	—	+ 1
10	9.17	9.45	—	9.44	−0.28	—	−0.27	9.00	—	9.19	9.12	− 5	+12	—	− 5
11	9.13	9.58	—	9.32	−0.45	—	−0.19	9.13	—	9.07	9.11	− 2	− 2	—	+ 4
12	8.56	8.99	—	8.72	−0.43	—	−0.16	8.54	—	8.47	8.52	− 4	− 2	—	+ 5
13	8.67	9.13	—	8.77	−0.46	—	−0.10	8.68	—	8.52	8.62	− 5	− 6	—	+10
			Summe . .		−4.47	+5.70	−3.25								
			Mittel . .		−0.45	+0.74	−0.25								

Im Folgenden gebe ich die Resultate für die Gegend um *δ* Leonis. Das Plattenmaterial findet sich in der folgenden Tafel X. Die benutzten Platten sind in zwei Gruppen zu trennen; die erste enthält diejenigen Paare, mit welchen die Helligkeiten der helleren Sterne bestimmt wurden; in der zweiten dagegen sind nur einzelne Platten, die viel länger als die anderen exponirt worden waren und die ich genommen habe, um die übrigen Vergleichsterne zu untersuchen. Auf diesen letzten habe ich mit den oben bestimmten Helligkeiten der helleren Sterne zuerst die Constanten *a* und *b* abgeleitet und dann wieder mit diesen Werthen die Helligkeiten aller Vergleichsterne bestimmt.

Tabelle X.

Platte	Datum	Anfang und Ende der Aufnahme (M.Z.)	Luftzustand	Object	Fabrik und Emulsion der Platte	Mittlere Zenithdistanz	Entwicklung
695	1893 April 8	$9^h\ 1^m\ 0^s$ — $9^h 56^m\ 0^s$	schön klar, Hor. dunstig	Praesepe	Lumière 5911	38°	Hydr. + Eikono: 4^m
698	»	10 41 0 — 11 36 0	»	bei *S* Leonis	»	45°	
2074	1901 April 19	8 46 50 — 9 16 50	klar 1.	Plejaden	Schleussner 7412	82° 30′	fr. Rod. 5 %: 7^m
2080	»	11 30 50 — 12 0 50	»	bei *S* Leonis	»	52°	
2079	1901 April 19	10 37 55 — 11 7 55	klar 1.	Polaris	Matter 3046	41°	Gebr. Rod. 5 %: 12^m
2081	»	11 30 55 — 12 0 55	»	bei *S* Leonis	»	52°	
2085	1901 April 20	9 23 53 — 10 23 53	klar 1.	Praesepe	Schleussner 7046	48°	fr. Rod. 5 %: 12^m
2087	»	10 46 53 — 11 46 53	»	bei *S* Leonis	»	50°	
2086	1901 April 20	9 23 58 — 10 23 58	klar 1.	Praesepe	Schleussner 7046	48°	Gebr. Rod. 5 %: 16^m
2088	»	10 46 58 — 11 46 58	»	bei *S* Leonis	»	50°	
453	1892 April 15	9 13 0 — 11 14 0	ziemlich klar, etwas dunstig	*o* Leonis	Lumière 4566	—	fr. Rod. 6 %: 5^m
459	1892 April 19	9 23 0 — 9 49 0 10 16 0 — 12 50 0	ziemlich klar, Wolken zw.	*o* Leonis	» 4566	—	»
980	1895 Febr. 25	10 15 0 — 12 15 0	sehr klar	bei *S* Leonis	» 8272	—	»
983	»	12 26 0 — 13 52 0	»	bei *S* Leonis	» 8272	—	»
999	1895 März 15	8 35 0 — 11 5 0	zeitw. schön kl., meist dunstig	*o* Leonis	» 8272	—	»

Ich hielt es für das beste, als Vergleichsterne für *S* Leonis dieselben Sterne zu nehmen, welche Hagen in seinem »Atlas stellarum variabilium« gewählt hat; nur habe ich, da ich bemerkt hatte, dass auch die schwächsten Sterne von Hagen viel heller waren als *S* Leonis selbst bei seinem Minimum, noch drei andere hinzugefügt, die ich mit den Buchstaben *a*, *b*, *c* bezeichnet habe. Die Positionen der Sterne nach der Bonner Durchmusterung sowie die Helligkeiten nach der Bonner Durchmusterung und Hagen sind in der folgenden Tabelle XI zusammengestellt.

Tabelle XI.

✱	α (1855.0)	δ (1855.0)	Bonner Durchmusterung		Grösse nach Hagen	✱	α (1855.0)	δ (1855.0)	Bonner Durchmusterung		Grösse nach Hagen
			Nummer	Grösse					Nummer	Grösse	
1	$11^h 1^m 15^s.7$	+5° 47′.6	+5°.2451	8.5	8.5	15	$11^h 2^m 32^s$	+6° 17′.9	—	—	10.4
2	11 2 23.0	+6 32.4	+6.2409	8.8	8.6	16	11 2 19	+6 15.2	—	—	10.6
3	11 1 27.1	+5 50.8	+5.2452	9.0	8.8	17	11 3 50	+6 26.6	—	—	10.9
4	11 3 51.6	+6 15.5	+6.2413	9.0	9.0	18	11 2 53	+6 8.3	—	—	11.0
5	11 4 16.0	+6 36.6	+6.2414	9.0	9.1	19	11 2 30	+6 15.8	—	—	11.2
6	11 3 49.8	+5 52.6	+5.2458	9.0	9.2	20	11 2 21	+6 23.6	—	—	11.4
7	11 5 11.2	+6 12.5	+6.2417	9.3	9.3	21	11 3 16	+6 0.8	—	—	11.5
8	11 5 20.1	+5 45.3	+5.2460	9.5	9.4	22	11 3 26	+6 13.9	—	—	11.8
9	11 2 31.5	+6 27.2	+6.2411	9.5	9.6	23	11 3 52	+6 11.3	—	—	11.9
10	11 3 21.0	+6 34.3	—	—	9.6	24	11 3 13	+6 6.8	—	—	12.1
11	11 4 22.0	+6 23.9	—	—	9.7	a.	11 2 59	+6 5.8	—	—	—
12	11 4 27.5	+6 19.1	+6.2415	9.5	9.9	b.	11 3 3	+6 1.1	—	—	—
13	11 3 18.0	+6 30.2	—	—	10.1	c.	11 3 37	+6 7.5	—	—	—
14	11 2 31.0	+6 23.3	—	—	10.2						

Die Tabelle XII gibt die Resultate der Messungen der Platten der ersten Gruppe, und die Tabelle XIII die Ableitung der Helligkeiten aus jenen Messungen, die Tabelle XIV die Resultate aus den Platten der zweiten Gruppe.

Tabelle XII.

*	Pl. 695	Platte 698		Platte 2080		Platte 2081		Pl. 2085	Platte 2087		Pl. 2086	Platte 2088	
	Durchmesser	Durchmesser	Grösse	Durchmesser	Grösse	Durchmesser	Grösse	Durchmesser	Durchmesser	Grösse	Durchmesser	Durchmesser	Grösse
1	204.2	251.6	8.62	262.7	7.36	185.1	8.29	146.8	194.3	8.44	152.5	199.5	8.49
2	143.9	233.7	8.78	228.5	7.79	168.7	8.67	—	171.6	8.70	—	182.7	8.72
3	156.7	183.8	9.31	211.1	8.03	158.1	8.93	114.2	142.7	9.10	123.1	161.2	9.05
4	148.2	177.5	9.38	211.7	8.02	162.0	8.83	101.1	137.0	9.18	112.5	162.0	9.02
5	136.4	173.8	9.44	210.1	8.04	155.5	9.00	92.0	138.9	9.15	110.6	157.2	9.11
6	142.7	173.4	9.44	203.6	8.14	155.6	9.00	115.1	138.0	9.17	121.9	159.5	9.08
7	175.7	140.8	9.89	182.5	8.47	134.9	9.58	130.3	103.6	9.76	135.8	117.3	9.77
8	166.5	161.6	9.59	181.1	8.50	157.6::	8.95::	124.5	115.9	9.54	125.9	128.7	9.64
9	—	148.7	9.78	169.9	8.69	135.2	9.57	177.2	114.0	9.57	173.3	140.1	9.41
10	—	140.9	9.89	180.2	8.51	138.9	9.46	140.0	126.0	9.36	156.6	137.9	9.45
11	—	138.7	9.83	181.2	8.49	141.0	9.40	148.0	113.5	9.58	154.4	125.5	9.70
12	—	114.4	10.35	145.6	9.16	—	—	198.3	86.8	10.15	197.8	105.5	10.15
13	—	124.5	10.17	148.2	9.10	—	—	184.6	100.5	9.84	183.5	112.3	9.99
14	—	135.2	9.99	163.5	8.80	—	—	—	98.8	9.88	—	—	—
a.		20.7532		24.2720		29.6097			19.6581			22.1115	
b.		−5.0527		−6.9886		−9.4030			−4.9025			−6.0009	

Tabelle XIII.

*	2087	2088	Mittel (a)	Grösse			Differenzen			Corrigirte Grösse			Mittel
				698	2080	2081	(a − 698)	(a − 2080)	(a − 2081)	698	2080	2081	
1	8.44	8.49	8.46	8.62	7.36	8.29	−0.16	+1.10	+0.17	8.39	8.38	8.41	8.42
2	8.70	8.72	8.71	8.78	7.79	8.67	−0.07	+0.92	+0.04	8.55	8.81	8.79	8.71
3	9.10	9.05	9.07	9.31	8.03	8.93	−0.24	+1.04	+0.14	9.08	9.05	9.05	9.07
4	9.18	9.02	9.10	9.38	8.02	8.83	−0.28	+1.08	+0.27	9.15	9.05	8.95	9.07
5	9.15	9.11	9.13	9.44	8.04	9.00	−0.31	+1.09	+0.13	9.21	9.06	9.12	9.13
6	9.17	9.08	9.13	9.44	8.14	9.00	−0.31	+0.99	+0.13	9.21	9.16	9.12	9.14
7	9.76	9.77	9.76	9.89	8.47	9.58	−0.13	+1.29	+0.18	9.66	9.49	9.70	9.68
8	9.54	9.64	9.59	9.59	8.50	8.95::	±0.00	+1.09	[+0.64]	9.36	9.52	[9.07]	9.51
9	9.57	9.41	9.49	9.78	8.69	9.57	−0.29	+0.80	−0.08	9.55	9.71	9.69	9.59
10	9.36	9.45	9.40	9.89	8.51	9.46	−0.49	+0.89	−0.06	9.66	9.53	9.58	9.50
11	9.58	9.70	9.64	9.83	8.49	9.40	−0.19	+1.15	+0.24	9.60	9.51	9.52	9.58
12	10.15	10.15	10.15	10.35	9.16	—	−0.20	+0.99	—	10.12	10.18	—	10.15
13	9.84	9.99	9.91	10.17	9.10	—	−0.26	+0.81	—	9.94	10.12	—	9.97
14	9.88	—	[9.88]	9.99	8.80	—	[−0.11]	[+1.08]	—	9.76	9.82	—	9.82
					Summe . .		−3.03	+13.24	+1.16				
					Mittel . .		−0.23	+ 1.02	+0.12				

Tabelle XIV.

*	Platte 459		Platte 453		Platte 980		Platte 983		Platte 999	
	Durchmesser	Grösse	Durchmesser	Grösse	Durchmesser	Grösse	Durchmesser	Grösse	Durchmesser	Grösse
1	206.1	8.24	186.3	8.28	223.5	8.26	210.6	8.34	198.9	8.48
2	174.1	8.84	167.0	8.60	190.1	8.75	194.4	8.60	180.9	8.05
3	165.3	9.00	148.0	9.06	169.8	9.05	161.7	9.08	165.7	8.99
4	161.3	9.07	146.3	9.11	167.7	9.09	161.2	9.11	162.6	9.04
5	156.8	9.16	144.3	9.16	164.9	9.13	159.1	9.13	155.8	9.16
6	149.5	9.30	142.2	9.21	161.6	9.19	149.6	9.32	153.5	9.20
7	140.1	9.45	130.3	9.55	140.2	9.57	129.6	9.75	128.4	9.70
8	133.3	9.64	123.7	9.75	132.0	9.73	124.7	9.89	123.7	9.80
9	137.3	9.55	126.6	9.65	145.0	9.48	134.0	9.56	133.5	9.59
10	134.7	9.61	132.4	9.49	137.1	9.63	133.3	9.58	131.5	9.63
11	129.7	9.72	128.2	9.61	137.6	9.62	132.3	9.71	132.2	9.62
12	115.6	10.07	108.2	10.26	108.2	10.27	118.1	10.07	109.1	10.15
13	118.9	9.98	116.3	9.98	117.8	10.04	125.0	9.88	120.0	9.89
14	129.7	9.72	122.0	9.80	132.8	9.71	131.7	9.71	130.2	9.66
15	122.1	9.90	119.2	9.87	118.6	10.02	121.7	9.97	123.3	9.81
16	117.0	10.03	108.5	10.24	106.5	10.31	118.6	10.05	106.6	10.21
17	102.7	10.42	102.5::	10.47	96.3	10.58	102.8	10.50	97.9	10.45
18	95.7	10.68	95.7	10.73	95.1	10.62	101.5	10.54	92.0	10.48
19	104.7	10.37	101.1	10.52	101.1	10.45	106.1	10.40	103.3	10.31
20	98.4	10.55	94.9	10.76	95.6	10.61	97.5	10.67	87.1::	10.78::
21	96.3	10.62	91.2	10.91	94.0	10.65	96.7	10.69	92.1	10.62
22	94.9	10.76	90.0	10.96	92.3	10.70	96.9	10.68	84.7::	10.86::
23	90.6	10.90	85.1	11.18	87.9	10.83	92.4	10.80	85.7	10.82
24	89.1	10.95	—	—	84.8	10.93	90.0	10.92	—	—
a.	—	—	—	—	—	—	87.6	11.00	—	—
b.	—	—	—	—	—	—	83.5	11.15	—	—
c.	—	—	—	—	—	—	78.9	11.33	—	—
a.	24.2974		28.1692		22.9149		25.4255		23.1824	
b.	−6.8966		−8.8043		−6.2171		−7.2393		−6.3949	

Aus den verschiedenen Werthen der einzelnen Platten, wie sie in den Tabellen XIII und XIV zu finden sind, wurde das Mittel gebildet, welches in der ersten Colonne der folgenden Tabelle XV sich befindet und nur dazu abgeleitet wurde, um die systematischen Fehler der einzelnen Platten zu bestimmen. Ich habe deshalb zuerst die Differenzen gebildet zwischen diesem Mittel und den einzelnen Resultaten, und dann als systematischen Fehler einer Platte die mittlere Differenz angenommen und so die einzelnen Werthe verbessert. Das Mittel aus diesen letzterhaltenen Werthen gibt die gesuchten definitiven Helligkeiten der Vergleichsterne.

Tabelle XV.

★	M.Gr.	Abweichungen 453	459	698	980	983	999	2080	2081	2087	2088
1	8.37	+ 9	+13	− 2	+11	+ 3	−11	− 1	− 4	− 7	−12
2	8.70	+10	−14	+15	− 5	+10	+ 5	−11	− 9	0	− 2
3	9.05	− 1	+ 5	− 3	0	− 3	+ 6	0	0	− 5	0
4	9.08	− 3	+ 1	− 7	− 1	− 3	+ 4	+ 3	+13	−10	+ 6
5	9.14	− 2	− 2	− 7	+ 1	+ 1	− 2	+ 8	+ 2	− 1	+ 3
6	9.20	− 1	−10	−10	+ 1	−12	0	+ 4	+ 8	+ 3	+12
7	9.64	+ 9	+10	− 2	+ 7	−11	− 6	+15	− 6	−12	−13
8	9.69	− 6	+ 5	—	− 4	−20	−14	+17		+15	+ 5
9	9.58	− 7	+ 3	+ 3	+10	+ 2	− 1	−13	−11	+ 1	+17
10	9.55	+ 6	− 6	−11	− 8	− 3	− 8	+ 2	− 3	+19	+10
11	9.62	+ 1	−10	+ 2	0	− 9	0	+11	+10	+ 4	− 8
12	10.16	−10	+ 9	+ 4	−11	+ 9	+ 1	− 2	—	+ 1	+ 1
13	9.96	− 2	− 2	+ 2	− 8	+ 8	+ 7	−16	—	+12	− 3
14	9.76	− 4	+ 4	0	+ 5	+ 5	+10	6	—	−12	—
15	9.91	+ 4	+ 1	—	−11	− 6	+10	—	—	—	—
16	10.17	− 7	+14	—	−14	+12	− 4	—	—	—	—
17	10.49	+ 2	+ 7	—	− 9	− 1	+ 4	—	—	—	—
18	10.61	−12	− 7	—	− 1	+ 7	+13	—	—	—	—
19	10.41	−11	+ 4	—	− 4	+ 1	+10	—	—	—	—
20	10.68	− 8	+13	—	+ 7	+ 1	−10	—	—	—	—
21	10.70	−21	+ 8	—	+ 5	+ 1	+ 8	—	—	—	—
22	10.79	−17	+ 3	—	+ 9	+11	− 7	—	—	—	—
23	10.91	−27	+ 1	—	+ 8	+10	+ 9	—	—	—	—
24	10.93	—	− 2	—	0	+ 1		—	—	—	—
a.	11.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
b	11.15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
c	11.33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summe		−118	+78	−16	− 1	+15	+29	+12	0	+10	+16
Mittel		− 5	+ 3	− 1	0	+ 1	+ 1	+ 1	0	+ 1	+ 1

★	Corrigirte Grösse 453	459	698	980	983	999	2080	2081	2087	2088	D.Gr.
1	8.23	8.27	8.38	8.26	8.35	8.40	8.30	8.41	8.45	8.50	8.37
2	8.55	8.87	8.54	8.75	8.61	8.66	8.82	8.79	8.71	8.73	8.70
3	9.01	9.03	9.07	9.05	9.09	9.00	9.06	9.05	9.11	9.06	9.05
4	9.06	9.10	9.11	9.09	9.12	9.05	9.06	8.95	9.17	9.03	9.08
5	9.11	9.19	9.20	9.13	9.14	9.17	9.07	9.12	9.16	9.12	9.14
6	9.16	9.33	9.20	9.19	9.13	9.21	9.17	9.12	9.18	9.09	9.20
7	9.50	9.48	9.65	9.57	9.76	9.71	9.50	9.70	9.77	9.78	9.64
8	9.70	9.67	9.35	9.73	9.90	9.83	9.53	9.07	9.55	9.05	9.69
9	9.65	9.58	9.54	9.48	9.57	9.66	9.72	9.69	9.58	9.42	9.58
10	9.44	9.61	9.65	9.63	9.50	9.64	9.54	9.58	9.37	9.46	9.55
11	9.56	9.75	9.59	9.62	9.72	9.63	9.52	9.52	9.59	9.71	9.62
12	10.21	10.10	10.11	10.27	10.08	10.16	10.19	—	10.16	10.16	10.16
13	9.93	10.01	9.93	10.04	9.89	9.90	10.13	—	9.85	10.09	9.96
14	9.75	9.75	9.75	9.71	9.72	9.67	9.83	—	9.89	—	9.76
15	9.82	9.93		10.02	9.98	9.82		—	—	—	9.91
16	10.10	10.06	—	10.31	10.06	10.22	—	—	—	—	10.17
17	10.42	10.45	—	10.58	10.51	10.46	—	—	—	—	10.48
18	10.68	10.71		10.62	10.55	10.49	—	—	—	—	10.61
19	10.47	10.40	—	10.45	10.41	10.32	—	—	—	—	10.41
20	10.71	10.58	—	10.61	10.68	10.79	—	—	—	—	10.68
21	10.86	10.65	—	10.65	10.70	10.63	—	—	—	—	10.70
22	10.91	10.79	—	10.70	10.69	10.87	—	—	—	—	10.79
23	11.13	10.93	—	10.83	10.81	10.83	—	—	—	—	10.91
24	—	10.98	—	10.93	10.93		—	—	—	—	10.94
a.	—	—	—	—	11.01	—	—	—	—	—	11.01
b	—	—	—	—	11.16	—	—	—	—	—	11.16
c	—	—	—	—	11.34	—	—	—	—	—	11.34

★	Abweichungen 453	459	698	980	983	999	2080	2081	2087	2088
1	+14	+10	− 1	+11	+ 2	−12	− 2	− 4	− 8	−13
2	+15	−17	+16	− 6	+ 9	+ 4	−12	− 9	− 1	− 3
3	+ 4	+ 2	− 2	0	− 4	+ 5	− 1	0	− 6	− 1
4	+ 2	− 2	− 6	− 1	− 4	+ 3	+ 2	+13	− 9	+ 5
5	+ 3	− 5	− 6	+ 1	0	− 3	+ 7	+ 2	− 2	+ 2
6	+ 4	−13	0	+ 1	−13	− 1	+ 3	+ 8	+ 2	+11
7	+14	+16	− 1	+ 7	−12	− 7	+14	− 6	−13	−14
8	− 1	+ 2	—	− 4	−21	−12	+16	—	+14	+ 4
9	− 2	0	+ 4	+10	+ 1	− 2	−14	−11	0	+11
10	+11	− 9	−10	− 8	− 4	− 9	+ 1	− 3	+18	+ 9
11	+ 6	−13	+ 3	0	−10	− 1	+10	+10	+ 3	− 9
12	− 5	+ 6	+ 5	− 9	+ 8	0	− 3	—	0	0
13	+ 3	− 5	+ 3	− 8	+ 7	+ 6	−17	—	+11	− 4
14	+ 1	+ 1	+ 1	+ 5	+ 4	+ 9	− 7	—	−13	—
15	+ 9	− 2	—	−11	− 7	+ 9		—	—	—
16	− 2	+11	—	−14	+11	− 5	—	—	—	—
17	+ 6	+ 5		−10	− 3	+ 2	—	—	—	—
18	− 7	−10	—	− 1	+ 6	+12	—	—	—	—
19	− 6	+ 1	—	− 4	0	+ 9	—	—	—	—
20	− 3	+10	—	+ 7	0	−11	—	—		—
21	−16	+ 5	—	+ 5	0	+ 7	—	—	—	—
22	−12	0	—	+ 9	+10	− 8	—	—	—	—
23	−24	− 2	—	+ 8	+10	+ 8	—	—	—	—
24	—	− 4	—	− 1	− 1	—	—	—	—	—
a.	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
b.	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—
c.	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—

In den letzten Colonnen der Tabelle XV stehen wie gewöhnlich die Abweichungen vom Mittel der einzelnen Bestimmungen; diese sind im Allgemeinen nicht gross, und nur in seltenen Fällen grösser als ein Zehntel einer Grösse, so dass die Helligkeiten bis zu den Zehnteln als sicher zu betrachten sind. Hier aber muss ich noch eine Bemerkung machen. Wenn wir nämlich die Helligkeiten vergleichen, wie sie von Hagen und von mir bestimmt worden sind, so sieht man gleich, dass die Helligkeiten nach meinen Bestimmungen viel langsamer abnehmen als bei Hagen. Das muss natürlich ganz von den Methoden, welche dazu gebraucht worden sind, abhängig sein. Hagen hat die Helligkeiten mit Stufenschätzungen bestimmt, und gerade bei sehr schwachen Sternen können sehr leicht Unsicherheiten vorkommen; andererseits ist es bekannt, dass die Verkleinerung der Scheibchen von schwachen Sternen eine gewisse Grenze hat, da die Bilder, wenn die Helligkeit abnimmt, von einem bestimmten Punct an kaum mehr kleiner werden, während sie aber zu gleicher Zeit verschiedene Stufen der Schwärzung zeigen. Dieses könnte die gefundenen Differenzen erklären.

Nachdem ich so die Helligkeiten der Vergleichsterne bestimmt hatte, wandte ich mich endlich zu den Veränderlichen selbst. Bei der relativ geringen Anzahl von Platten konnte natürlich nicht daran gedacht werden, die Periode Chandler's zu verbessern. Er hatte gefunden, dass die Epochen der Maxima mit der Formel

$$240\ 0746 + 190\,\varepsilon + 25\,[10\,\varepsilon + 60^\circ]$$

bestimmt werden können; da sich meine Platten auf die letzten zehn Jahre vertheilen, rechnete ich zuerst mit dieser Formel die Zeiten, an denen solche Maxima hätten stattfinden sollen, vom Jahre 1892 bis 1901 aus (Tabelle XVI). Dann bestimmte ich für alle Platten, auf denen der Veränderliche zu sehen war, die Zeit, welche verflossen war seit dem vorhergegangenen Maximum bis zum Augenblick der Aufnahme, zunächst in Tagen und Tagesbruchtheilen und dann in Decimalbruchtheilen der Zeit zwischen den zwei nächsten Maximas.

Tabelle XVI.

ε	Jul. Epoche	Datum	ε	Jul. Epoche	Datum	ε	Jul. Epoche	Datum
60	241 2124.3	1892 Jan. 26.3	66	241 3286.0	1895 April 2.0	72	241 4447.7	1898 Juni 6.7
61	2316.8	» Aug. 5.8	67	3480.3	Oct. 13.3	73	4639.5	» Dec. 15.5
62	2509.9	1893 Febr. 14.9	68	3674.6	1896 April 24.6	74	4830.6	1899 Juni 24.6.
63	2703.5	Aug. 27.5	69	3868.5	» Nov. 4.5	75	5021.0	1900 Jan. 1.0
64	2897.4	1894 März 0.4	70	4062.1	1897 Mai 17.1	76	5210.6	» Juli 9.6
65	3091.7	» Sept. 19.7	71	4255.2	» Nov. 26.2	77	5399.5	1901 Jan. 14.5

In der Tabelle XVII sind die Platten zusammengestellt, die mir zur Verfügung standen, und man findet ausser den gewöhnlichen Angaben auch die Julianische Epoche der mittleren Expositionszeit, die zwei eben erwähnten Werthe und in der letzten Colonne die Reihenfolge der Platten, wenn man sie nach den Decimalbruchtheilen der Periode einordnet. In dieser Reihenfolge sind die 79 Platten in der nächsten Tabelle XVIII geordnet, wo zu gleicher Zeit die Vergleichungen von *S* Leonis mit den anderen Sternen und die abgeleiteten Helligkeiten des Veränderlichen zu finden sind.*)

Tabelle XVII.

Nummer der Platten	Datum	Anfang und Ende der Exposition (M.Z.)	Jul. Epoche	Nach dem Maximum		Ordnungszahl
				Tage	Periode	
392, 393	1892 März 4	$9^h 41^m - 12^h 41^m$	241 2162.46	$38^d 2$	$0^p 1895$	4
394, 395	» » 5	9 1 — 12 1	2163.44	39.1	0.2032	5
411, 412	» » 17	9 40 — 11 40	2175.45	51.1	0.2655	6
436	» » 25	8 28 — 10 28	2183.39	59.1	0.3056	9
441	» » 30	8 37 — 10 45	2188.40	64.1	0.3331	11
442, 443	» » 30	11 0 — 12 30	2188.49	64.2	0.3335	12
453, 454	» April 15	9 13 — 11 14	2202.42	78.1	0.4058	16
459	» » 19	$9^h 23^m - 9^h 49^m + 10^h 16^m - 12^h 50^m$	2208.46	84.2	0.4374	18
677—679	1893 März 16	$8^h 42^m - 10^h 35^m$	2539.40	29.5	0.1524	2
686—688	» » 21	12 16 — 13 54	2544.55	34.6	0.1787	3
698—700	» April 8	10 41 — 11 26	2562.46	52.5	0.2712	7

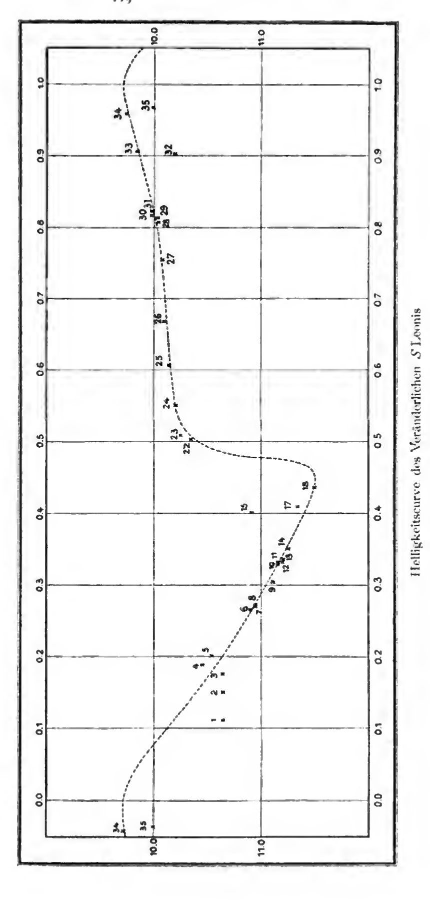
*) Es waren meist gleichzeitig zwei oder drei Aufnahmen gemacht worden; deshalb sind in der ersten Colonne der Tabelle XVII meist zwei oder drei Plattennummern angegeben; die erste bezieht sich stets auf den sechszölligen Voigtländer I, die zweite auf den sechszölligen Voigtländer II, die dritte auf den zweizölligen Hermagis. Die Schätzungen sind soweit möglich nach allen Platten gemacht (vergl. Tabelle XVIII). Die mit B bezeichneten Platten sind mit den zwei 16zölligen Linsen des Bruce-Teleskopes aufgenommen.

Nummer der Platten	Datum	Anfang und Ende der Exposition (M.Z.)	Jul. Epoche	Nach dem Maximum Tage	Nach dem Maximum Periode	Ordnungszahl
726—728	1893 Mai 5	$9^h 49^m - 10^h 19^m$	241 2589.42	79^d5	0^P4107	17
732, 733	» » 12	9 32 — 9 52	2596.40	86.5	0.4468	20
745, 746	1893 » 21	9 59 — 10 14	2605.42	95.5	0.4933	21
791, 792	1894 Januar 13	17 10 — 17 50	2842.73	139.2	0.0036	33
793—795	» März 1	8 40 — 10 40	2889.40	185.9	0.9588	35
826—828	» » 31	10 1 — 11 31	2919.45	22.0	0.1132	1
860, 861	» Juni 3	10 7 — 10 27	2983.43	86.0	0.4426	19
970—972	1895 Februar 23	9 20 — 11 16	3248.43	156.7	0.8065	28
973—975	» » 24	11 2.3 — 12 42.3	3249.50	157.8	0.8123	29
980	» » 25	10 15 — 12 15	3250.46	158.8	0.8174	30
981, 982	» » »	$10^h 15^m - 12^h 15^m + 12^h 27^m - 13^h 53^m$	3250.50	158.8	0.8174	31
984—986	» » 26	$9^h 25^m - 10^h 15^m$	3251.41	159.7	0.8221	32
988, 989	» März 15	8 35 — 11 5	3268.41	176.7	0.9093	34
999—1001	» » 23	8 20 — 10 40	3279.40	187.7	0.9658	36
1128—1130	1896 » 12	10 34 — 12 34	3631.48	151.2	0.7782	27
1419, 1420	1899 » 2	11 38 — 12 28	4716.52	77.0	0.4030	15
1729, 1730	1900 Februar 21	10 25 — 13 25	5072.50	51.5	0.2716	8
1740, 1741	» März 4	10 11 — 12 23	5083.47	62.5	0.3296	10
1742	» » 5	13 0 — 15 0	5084.58	63.6	0.3355	13
1745, 1746	» » 8	14 23 — 16 23	5087.64	66.6	0.3513	14
1775, 1776	» April 21	9 58 — 10 28	5131.42	110.4	0.5821	24
1783—1785	» » 26	10 20 — 11 20	5136.45	115.5	0.6091	25
2080, 2081	1901 » 19	11 31 — 12 1	5494.49	95.0	0.5047	22
2087, 2088	» » 20	10 47 — 11 57	5495.47	96.0	0.5100	23
B 195, 196	» Mai 20	9 46 — 10 16	5525.41	125.9	0.6688	26

Tabelle XVIII.

Nummer der Platte	Schätzungen	Grösse	Nummer der Platte	Schätzungen	Grösse
826, 827	Bilder unscharf. S < 19, < 17, ≥ 20	S = 10.65::	860, 861	S unsichtbar, und so auch die schwachen Vergleichsterne	?
677—679	Schl. Focus. S < 19, < 17, ≤ 18, > 20	S = 10.65	732, 733		?
686, 677	S < 17, ≤ 18, ≥ 20	S = 10.65	745, 746		?
392, 393	S ≥ 17, < 19, 16, > 18	S = 10.45	2080, 2081	S < 16 ≥ 19, 17, > 18	S = 10.35
394, 395	S ≤ 17, < 19, > 18	S = 10.54	2087, 2088	S < 16, > 19, 17, < 12	S = 10.25
411, 412	S > 24, = 23, < 22, 20	S = 10.91	1775, 1776	S ≤ 16, > 19, ≤ 12	S = 10.20
698, 699	S ≤ 24, > 23, < a	S = 10.96	1783—1785	S > 16, 17, 19, < 13, ≤ 12	S = 10.15
1729, 1730	S ≤ 24, > 23	S = 10.96	B 195, 196	S ≥ 12, > 16, < 13	S = 10.12
436	S > c, ≥ b, < 24, a	S = 11.10	1128—1130	S > 12, < 15, 13	S = 10.10
1740, 1741	S > c, = b, < a, 24	S = 11.16	970—972	S > 12, < 13, < 15	S = 10.05
441	S > c, = b, < a, 24	S = 11.16	973	S > 12, ≤ 13, < 15 (ausgemessen)	S = 10.02
442, 443	S > c, < b, < a, 24	S = 11.20	980—982	S > 12, ≤ 13, < 15	S = 10.00
1742, 1743	S > c, ≤ b, < a, 24	S = 11.20	984, 985	S > 12, ≤ 13, < 15 [sicher	S = 10.00
1745, 1746	S > c, < b, < a, 24	S = 11.25	791, 792	Schlechte Bilder, Schätzungen un-	S = 10.20::
1419, 1420	S > 24, < 22, 23	S = 10.92	988, 989	S > 13, > 15 (wenig), < 14	S = 9.84
453, 454	S unsichtbar, c sichtbar	S > 11.34	793, 794	S = 14, > 15, < 11	S = 9.76
726—727	S = c, < b, a	S = 11.34	999—1001	S < 13, > 12, 16, < 15	S = 10.00
459	S < c	S = 11.5::			

Die Uebereinstimmung der einzelnen Werthe ist ziemlich gut und die Chandler'schen Elemente werden durch sie sehr schön bestätigt. Unter Zugrundelegung dieser Elemente konnte ich dann daran gehen, die Helligkeitscurve des Variablen zu zeichnen, wie sie auf nebenstehender Tafel dargestellt ist. Die Uebereinstimmung der Einzelwerthe aus den verschiedenen benutzten Perioden mit der graphischen Helligkeitscurve ist hier noch deutlicher zu sehen, da nur in vier Fällen Abweichungen vom allgemeinen Lauf stattfinden. Diejenigen hiervon, welche von den Platten 791 und 826 herrühren, könnten ihre Ursache finden in den schlechten Bildern, die alle Sterne dieser Platte darbieten, und die die Schätzungen unsicher machen; aber damit sind die andern Abweichungen nicht zu erklären, welche die Helligkeiten zeigen, die von den Platten 1419 und 999 bestimmt wurden; die Bilder sämmtlicher Sterne sind so schön scharf, dass eine so grosse Unsicherheit bei den Schätzungen als absolut unmöglich zu betrachten ist. Wahrscheinlich ist für *S* Leonis dasselbe der Fall, wie für viele andere Veränderliche, nämlich dass er in den verschiedenen Minimis und Maximis nicht immer gleich hell ist, so dass die richtige und vollständige Periode aus einigen kleineren besteht. Wie viele es in diesem Falle sein könnten, ist mir unmöglich, aus den vorhandenen photographischen Beobachtungen zu beantworten, besonders da es sich nur um eine Vermuthung handelt; ich hoffe aber, dass sich, dadurch angeregt, andere Beobachter finden werden, welche mit langjährigen Reihen von Beobachtungen entweder eine solche Vermuthung bestätigen, oder so die Elemente verbessern werden, dass es möglich sein wird, die Abweichungen der Platten 1419 und 999 zu erklären und wegzuschaffen.



Helligkeitscurve des Veränderlichen *S* Leonis

Vermessung photographischer Aufnahmen

des Planeten 433 Eros

von **L. Carnera.**

In dem Folgenden habe ich versucht, aus Messungen photographischer Platten, die am Astrophysikalischen Observatorium im November 1900 von Dr. Schwassmann gemacht worden waren, einige genaue Positionen des Planeten Eros zu bestimmen.

Bei der Mittheilung der Resultate erlaube ich mir, hier gleichzeitig auch die Methode darzustellen, die ich dabei benutzte und die wir im Allgemeinen hier für Messungen der Positionen der kleinen Planeten anzuwenden pflegen, seitdem uns der neue grosse Repsold'sche Messapparat zur Verfügung steht.

Die Differenzen von Rectascensionen und Declinationen sind bei uns immer durch Messungen von Distanzen und Positionswinkeln bestimmt worden; da aber die gewöhnlichen Formeln nur für directe Messungen am Himmel mit dem Positionsmikrometer und für ganz kleine Distanzen abgeleitet sind, habe ich versucht, von Neuem die Aufgabe zu behandeln und Formeln abzuleiten, die sich gerade solchen Zwecken anpassen sollten.

Seien S_1 und S_2 zwei Sterne mit den Coordinaten $\alpha_1\,\delta_1$, $\alpha_2\,\delta_2$. Wenn die zwei ersten bekannt sind, handelt es sich darum, die zwei Differenzen $\varDelta\alpha = \alpha_2 - \alpha_1$ und $\varDelta\delta = \delta_2 - \delta_1$ zu bestimmen und somit auch die Coordinaten von S_2. Dies geschieht aus dem Winkel, den der Bogen des grössten Kreises, welcher die Gestirne verbindet, mit dem durch S_1 gelegten Declinationskreise macht, und aus der Distanz (s) der Gestirne. Betrachten wir dazu das Dreieck Pol $(P)\,S_1\,S_2$ und bezeichnen die Winkel $P\,S_1\,S_2$ und $P\,S_2\,S_1$ mit p_1 und $(180^\circ - p_2)$, und die Differenz $p_2 - p_1$ mit $\varDelta p$, so folgt daraus:

$$\operatorname{tg}\frac{\varDelta\delta}{2} = \operatorname{tg}\frac{s}{2}\,\frac{\cos\frac{1}{2}(p_2+p_1)}{\cos\frac{1}{2}(p_2-p_1)} = \operatorname{tg}\frac{s}{2}\left\{\cos p_1 - \sin p_1 \operatorname{tg}\frac{\varDelta p}{2}\right\}$$

$$\sin\frac{\varDelta\alpha}{2} = \sin\frac{s}{2}\sec\frac{\delta_1+\delta_2}{2}\sin\frac{p_1+p_2}{2} = \sin\frac{s}{2}\sec\frac{\delta_1+\delta_2}{2}\left\{\sin p_1\cos\frac{\varDelta p}{2} + \cos p_1 \sin\frac{\varDelta p}{2}\right\},$$

oder wenn wir $\varDelta\alpha$, $\varDelta\delta$ und $\varDelta p$ als kleine Quantitäten derselben Ordnung behandeln, die zwei Ausdrücke in Reihen entwickeln und nur Glieder bis III. Ordnung in Betracht ziehen:

$$(1)\quad \begin{cases} \varDelta\delta = s\cos p_1 - \frac{1}{2}\,s\,\varDelta p\cdot\sin p_1\sin 1'' + \frac{s^3}{12}\cos p_1\sin^2 1'' \\ \varDelta\alpha = s\sin p_1\sec\frac{\delta_1+\delta_2}{2} + \frac{1}{2}\,s\cdot\varDelta p\cdot\cos p_1\sec\frac{\delta_1+\delta_2}{2}\sin 1'' - \frac{1}{8}\,s\,\varDelta^2 p\sin p_1\sec\frac{\delta_1+\delta_2}{2}\cdot\sin^2 1''. \end{cases}$$

Wir haben eben angenommen, dass $\varDelta p$ von derselben Ordnung sei wie $\varDelta\alpha$ und $\varDelta\delta$; wir wollen es jetzt beweisen und zu gleicher Zeit seinen Werth als Function von $\varDelta\alpha$ und $\varDelta\delta$ bestimmen. Aus demselben Dreieck $P\,S_1\,S_2$ hat man:

$$\sin\frac{1}{2}\varDelta p = \sin\frac{\delta_1+\delta_2}{2}\sin\frac{1}{2}\varDelta\alpha\cdot\sec\frac{1}{2}s,$$

oder wenn man in Reihen entwickelt:

$$\varDelta p = \varDelta\alpha\sin\frac{1}{2}(\delta_1+\delta_2)\sec\frac{1}{2}s - \frac{\varDelta\alpha^3}{24}\sin\frac{1}{2}\left(\frac{\delta_1+\delta_2}{2}\right)\sec\frac{1}{2}s,$$

was gerade den gewünschten Beweis gibt.

Bis jetzt haben wir immer in unseren Ausdrücken auch die Glieder III. Ordnung bestimmt, wir werden aber gleich sehen, dass dies überflüssig ist, da solche Glieder, wenn wir bestimmte Grenzen für die Grösse s (von höchstens $30' = 1800''$) festsetzen und zu gleicher Zeit die Declinationen kleiner als 55° sind, ohne merklichen Einfluss auf $\Delta\alpha$ und $\Delta\delta$ bleiben. Man findet nämlich, dass die Logarithmen der Glieder III. Ordnung ausgedrückt in Bogen- resp. Zeitsecunden in dem ungünstigsten Fall 8.05776 und 7.29918 sein werden und deshalb diese Glieder immer Grössen sind, die vernachlässigt werden können. Wenn wir dieses thun und den gefundenen Werth von Δp in die zwei Gleichungen (1) einführen, finden wir:

$$(2)\quad \begin{cases} \Delta\delta = s \cdot \cos p_1 - \frac{s}{2}\Delta\alpha \sin \frac{1}{2}(\delta_1 + \delta_2) \sin p_1 \cdot \sin 1'' \\ \Delta\alpha = s \cdot \sin p_1 \sec \frac{1}{2}(\delta_1 + \delta_2) + \frac{1}{2} s\, \Delta\alpha \operatorname{tg} \frac{1}{2}(\delta_1 + \delta_2) \cdot \cos p_1 \cdot \sin 1'' \end{cases}$$

oder wenn wir in die erste Gleichung für $\Delta\alpha$ letzteren Werth einsetzen und die Formel etwas umwandeln:

$$(3)\quad \Delta\delta = s \cos p_1 - \frac{s^2}{2} \cdot \sin^2 p_1 \operatorname{tg} \frac{1}{2}(\delta_1 + \delta_2) \sin 1'' = s \cos p_1 - \frac{s^2}{2} \sin^2 p_1 \operatorname{tg} \delta_1 \cdot \sin 1''.$$

Aus der zweiten dagegen findet man:

$$\Delta\alpha = \frac{s \cdot \sin p_1 \cdot \sec \frac{1}{2}(\delta_1 + \delta_2)}{1 - \frac{1}{2} s \operatorname{tg} \frac{1}{2}(\delta_1 + \delta_2) \cos p_1 \sin 1''},$$

oder wenn wir in Reihen entwickeln:

$$(4)\quad \Delta\alpha = s \cdot \sin p_1 \sec \frac{1}{2}(\delta_1 + \delta_2) + \frac{s^2}{2} \sin p_1 \cos p_1 \operatorname{tg} \delta_1 \sec \delta_1 \sin 1''.$$

Nun ergibt sich eine neue Frage, nämlich was für einen Einfluss auf $\Delta\alpha$ und $\Delta\delta$ ein Fehler von s oder p ausüben kann. Es ist leicht zu verstehen, dass die Fehler, die von s abhängig sind, dem Fehler von s selbst proportional sein werden; wenn wir aber diejenigen untersuchen wollen, die von p herrühren könnten, so brauchen wir nur die Formeln (3) und (4) zu differenziren. Man findet:

$$d\Delta\delta = -s \cdot \sin p_1\, dp_1$$
$$d\Delta\alpha = s \cos p_1 \sec \frac{1}{2}(\delta_1 + \delta_2)\, dp_1.$$

Wenn nun $d\Delta\delta$ kleiner als $0''.2$ bleiben soll, so findet man, dass dp_1 für s gleich $30'$ resp. $20'$, $10'$, $5'$, $1'$ in den ungünstigsten Fällen nicht $22''$, $34''$, $69''$, $2'18''$, $11'28''$ überschreiten darf, während für $d\Delta\alpha$ die Grenzen etwas kleiner sein müssen, aber nur sehr wenig, und besonders, wenn es sich um Gestirne handelt, die kleinere Declinationen als 30° haben, was ja am häufigsten der Fall ist.

Nachdem wir so die Grenzen festgesetzt haben, innerhalb welcher der Positionswinkel zu bestimmen ist, wollen wir sehen, wie die Bestimmung geschieht. Dazu ist es nothwendig, den Parallel oder den Declinationskreis zu kennen; aber während dies bei directen Beobachtungen verhältnissmässig leicht zu erreichen ist, ist man gezwungen, für photographische Platten den Declinationskreis aus zwei Vergleichsternen zu ermitteln, indem man den ausgerechneten Positionswinkel mit der Ablesung am Kreise des Messapparates vergleicht. Wir werden nun sehen, wie der Positionswinkel des grössten Kreises von diesem neuen Vergleichstern, den wir mit S_3 bezeichnen wollen, zu S_1 zu finden ist. Wir betrachten das Dreieck $S_1 S_3 P$ und bezeichnen die Winkel $P S_1 S_3$ und $P S_3 S_1$ mit p_1' und p_3, und $S_1 P S_3$ mit $\Delta\alpha' = \alpha_3 - \alpha_1$, die Seite $S_1 S_3$ mit σ; ausserdem ziehen wir den Parallel durch S_3. Es sei A der Punct, wo der Parallel die Seite $P S_1$ trifft. Bezeichnen wir noch mit π_1 und π_3 die Seiten $A S_3$ und $A S_1$, so werden wir haben:

$$\sin \pi_1 = \cos \delta_3 \sin \Delta\alpha' \qquad \operatorname{tg}(\delta_1 + \pi_3) = \operatorname{tg} \delta_3 \sec \Delta\alpha',$$

oder wenn man in Reihen entwickelt:

$$(5)\quad \pi_1 = \Delta\alpha' \cos \delta_3 \qquad \operatorname{tg}(\delta_1 + \pi_3) = \operatorname{tg} \delta_3 + \frac{\Delta\alpha'^2}{2} \operatorname{tg} \delta_3 \sin^2 1''$$

und da der Logarithmus des Gliedes II. Ordnung der zweiten Gleichung höchstens 6.03645—10 werden kann, so können wir es weglassen und sogleich

$$(6)\quad \delta_1 + \pi_3 = \delta_3 \text{ und } \delta_3 - \delta_1 = \Delta\delta' = \pi_3$$

schreiben.

Zu gleicher Zeit haben wir auch:

$$\operatorname{tg} \sigma = \frac{\operatorname{tg} \pi_3}{\cos p_1'} \qquad \operatorname{tg} p_1' = \frac{\operatorname{tg} \pi_1}{\sin \pi_3},$$

oder wenn wir, wie gewöhnlich, in Reihen entwickeln und die gefundenen Ausdrücke (5) und (6) einführen:

$$\sigma = \Delta\delta' \sec p_1' \qquad \operatorname{tg} p_1' = \frac{\Delta\alpha'}{\Delta\delta'} \cos\delta_3 + \frac{1}{6}\,\Delta\alpha' \cos\delta_3 \sin^2 1'' \left\{\frac{\Delta\alpha'^2}{\Delta\delta'} + \Delta\delta'\right\}.$$

Da der Logarithmus des Gliedes II. Ordnung höchstens 5.51056—10 werden kann, erhalten wir die ganz einfachen Formeln:

$$(7) \qquad \begin{cases} \operatorname{tg} p_1' = \dfrac{\Delta\alpha'}{\Delta\delta'} \cos\delta_3 \\ \quad \sigma = \Delta\delta' \sec p_1'. \end{cases}$$

Es bleibt jetzt nur noch übrig, den Einfluss der Refraction zu beseitigen. Dazu habe ich zuerst aus den genauen Positionen von S_1 und S_3 den Einfluss der Refraction auf den Positionswinkel und die Distanz ermittelt und somit die Werthe von p_1' und σ bestimmt, welche den scheinbaren Positionen der Gestirne entsprechen. Aus Vergleichungen dieser Werthe mit den Messungen erhielt ich dann die Richtung des scheinbaren Declinationskreises und den Werth für eine Revolution der Mikrometerschraube. Daraus bestimmte ich aus meinen Messungen den scheinbaren Positionswinkel und die Distanz für den unbekannten Stern und verbesserte sie auf eine ähnliche Weise, wie vorher, von dem Einfluss der Refraction. Aus den wirklichen Werthen, die ich so gefunden hatte, wurde es mir endlich möglich, die gesuchten Differenzen $\Delta\alpha$ und $\Delta\delta$ nach den Formeln (3, 4) zu berechnen.

Um diese Correctionsglieder der Refraction zu bestimmen, betrachten wir noch die zwei Sterne S_1 und S_3. Es seien z_1 und z_3 ihre wirklichen Zenithdistanzen und a ihr Azimuthunterschied. Aus der Gleichung:

$$\cos\sigma = \cos z_1 \cos z_3 + \sin z_1 \sin z_3 \cos a$$

folgt durch Differentiation:

$$-\sin\sigma d\sigma = (-\sin z_1 \cos z_3 + \cos z_1 \sin z_3 \cos a)\, dz_1 - (\cos z_1 \sin z_3 - \sin z_1 \cos z_3 \cos a)\, dz_3,$$

und wenn wir für dz_1 und dz_3 ihre Werthe

$$dz_1 = -\varkappa \operatorname{tg} z_1 \qquad dz_3 = -\varkappa \operatorname{tg} z_3$$

einführen, finden wir:

$$(8) \qquad -\frac{1}{\varkappa} \sin\sigma d\sigma = \frac{\cos^2 z_1 + \cos^2 z_3}{\cos z_1 \cos z_3} - 2\cos\sigma.$$

Bezeichnen wir nun mit η den parallactischen Winkel bei S_1, dann folgt aus dem Dreieck: Zenith (Z), S_1 S_3:

$$\cos z_3 = \cos z_1 \cos\sigma + \sin z_1 \sin\sigma \cos(p_1' - \eta),$$

und wenn wir diesen Werth in (8) einführen:

$$-\frac{1}{\varkappa}\, d\sigma = \operatorname{tg}\sigma \frac{\cos^2 z_1 + \sin^2 z_1 \cos(p_1' - \eta)}{\cos^2 z_1 + \sin z_1 \cos z_1 \operatorname{tg}\sigma \cos(p_1' - \eta)}$$

oder in Reihen entwickelt:

$$d\sigma = -\varkappa\sigma \{1 + \operatorname{tg}^2 z_1 \cos^2(p_1' - \eta)\} \{1 - \sigma \operatorname{tg} z_1 \cos(p_1' - \eta)\}.$$

Das Glied II. Ordnung hat aber schon für $z = 85^\circ$ und σ wie gewöhnlich kleiner oder höchstens $= 30'$ einen Logarithmus, der 7.3994 gleich ist und wird deshalb ohne merklichen Einfluss sein, so dass wir schreiben können:

$$(9) \qquad d\sigma = -\varkappa\sigma\, [1 + \operatorname{tg}^2 z_1 \cos^2(p_1' - \eta)].$$

Zu gleicher Zeit hat man aus demselben Dreieck $Z S_1 S_3$:

$$(10) \qquad \sin a \sin z_3 = \sin\sigma \sin(p_1' - \eta)$$

und mit Differentiation:

$$\sin a \cos z_3\, dz_3 = \cos\sigma \sin(p_1' - \eta)\, d\sigma + \sin\sigma \cos(p_1' - \eta)\, d(p_1' - \eta).$$

Wenn man nun in die letzte Gleichung die gefundenen Ausdrücke für $\sin a$ (10) und $d\sigma$ (9) einführt, so findet man:

$$(11) \qquad d(p_1' - \eta) = \varkappa \operatorname{tg}^2 z_1 \sin(p_1' - \eta) \cos(p_1' - \eta).$$

Wenn wir ferner mit φ die Breite des Beobachtungsortes und mit a_1 das Azimuth von S_1 bezeichnen, finden wir aus dem Dreieck $P Z S_1$:

$$\sin a_1 \cos\varphi = \sin\eta \cos\delta_1$$

und mit Differentiation

$$0 = \cos\eta \cos\delta_1\, d\eta - \sin\eta \sin\delta_1\, d\delta_1$$

oder

$$(12) \qquad d\eta = \operatorname{tg}\eta \operatorname{tg}\delta_1\, d\delta_1.$$

Andererseits ist bekanntlich

$$(13) \qquad d\delta_1 = \varkappa \sin\eta \operatorname{tg}\delta_1 \operatorname{tg} z_1.$$

Führen wir jetzt die zwei letztgefundenen Werthe (12) und (13) in (11) ein, so haben wir:

$$dp'_1 = \varkappa \operatorname{tg} z_1 \{\sin \eta \operatorname{tg} \delta_1 + \operatorname{tg} z_1 \sin (p_1' - \eta) \cos (p_1' - \eta)\} \quad (14)$$

und diese zusammen mit der Formel (9) wird uns die Correctionsglieder der Refraction liefern, um von den wirklichen Positionen zu den scheinbaren übergehen zu können, während die entsprechenden Formeln für das umgekehrte Problem gleich aus (9) und (14), nur mit Aenderung des Vorzeichens, zu erhalten sind.

Auf diese Art habe ich die folgenden Positionen des Planeten Eros aus Messungen von einigen photographischen Platten, die mit einem langbrennweitigen Objective von 6 Zoll gemacht worden waren, bestimmt. Das Objectiv von **Zeiss** in Jena hatte 162 mm Oeffnung und 229 cm Brennweite. Es war mit seiner Camera auf das Rohr des sechszölligen Refractors befestigt, der sonst die zwei Voigtländer'schen Porträtlinsen trägt, welche zur Planetenphotographie benutzt werden. Die Genauigkeit ist, wie aus den einzelnen Positionen zu ersehen, viel grösser gewesen als die, welche bei gewöhnlichen Platten mit unseren kurzbrennweitigen sechszölligen Objectiven zu erreichen ist. Trotzdem, glaube ich, werden die Positionen noch nicht concurriren können mit jenen, die aus Platten grösserer photographischer Refractoren, z. B. der für die Himmelskarte benutzten, erhalten werden, da der Masstab unserer Aufnahmen noch immer sehr klein war (1 mm = 90″.206).

Auf jeder Platte waren programmmässig verschiedene Aufnahmen gemacht worden mit Expositionszeiten von 3 bis 5 Minuten und die einzelnen Positionen sind ganz für sich getrennt gemessen und gerechnet worden. Die folgende Tabelle enthält die Resultate. Es sind zuerst für die einzelnen Positionen die Werthe für $\Delta\alpha$ und $\Delta\delta$ gegeben, dann folgen die Differenzen für je eine Platte reducirt auf denselben Augenblick (Zeit der ersten Aufnahme), und endlich die Mittel aller dieser Differenzen. Aus diesen sind die Positionen der Planeten nach gewöhnlicher Art gebildet. Es folgen die Vergleichsterne und die Vergleichungen der gefundenen Positionen mit der genauen Ephemeride, wie sie in »Circulaire 9« (Conférence astrophotographique internationale de juillet 1900) zu finden ist.

Datum 1900	Mittlere Zeit Königstuhl	Δα	Δδ	Red. Δα	Red. Δδ	Mittl. Δα	Mittl. Δδ	α (app.)	log pΔ	δ (app.)	log pΔ	Red. ad l. app.	★
Oct. 23	7ʰ39ᵐ12ˢ.7	+1ᵐ17ˢ.84	+2′43″.2	+1ᵐ17ˢ.84	+2′43″.2	+1ᵐ17ˢ.74	+2′43″.7	2ʰ30ᵐ39ˢ.93	9.7505ₙ	+52° 6′ 4″.2	0.4435	+6ˢ.55 +21″.1	1
»	7 47 42.7	+1 17.19	+2 49.5	+1 17.69	+2 44.2								
Nov. 8	6 40 39.5	+2 10.61	−6 32.4	+2 10.61	−6 32.4								
»	6 49 9.5	+2 9.74	−6 32.8	+2 10.46	−6 32.9	+2 10.60	−6 32.3	2 1 25.99	9.7550ₙ	+54 20 49.7	0.1903	+7.03 +25.7	2
»	6 57 7.9	+2 9.32	−6 31.5	+2 10.73	−6 31.7								
Nov. 8	17 2 15.6	+1 13.73	−6 15.8			+1 13.73	−6 15.8	2 0 29.11	9.8159	+54 21 6.4	0.6210	+7.02 +25.9	2
Nov. 11	6 54 27.9	−0 9.03	+0 16.4	−0 9.03	+0 16.4								
»	6 58 27.9	−0 9.35	+0 16.2	−0 9.01	+0 16.6								
»	7 2 57.9	−0 9.75	+0 15.9	−0 9.04	+0 16.7	−0 9.05	+0 16.9	1 55 14.98	9.7173ₙ	+54 19 21.4	0.0241	+7.01 +27.3	3
»	7 6 57.9	−0 10.15	+0 16.3	−0 9.10	+0 17.4								
»	7 10 57.9	−0 10.47	+0 16.1	−0 9.08	+0 17.6								
Nov. 11	7 25 2.9	−0 11.74	+0 15.5	−0 11.74	+0 15.5								
»	7 30 57.4	−0 12.23	+0 15.0	−0 11.73	+0 15.5	−0 11.81	+0 15.6	1 55 12.22	9.6804ₙ	+54 19 20.5	9.7903	+7.01 +27.3	3
»	7 35 57.9	−0 12.77	+0 14.7	−0 11.85	+0 15.7								
»	7 39 57.9	−0 13.17	+0 14.3	−0 11.91	+0 15.6								
Nov. 13	6 3 11.7	−0 24.18	+5 31.8	−0 24.18	+5 31.8								
»	6 8 11.7	−0 24.61	+5 31.4	−0 24.19	+5 32.2	−0 24.19	+5 31.7	1 51 19.11	9.7654ₙ	+54 13 12.6	0.2634	+6.90 +28.2	4
»	6 13 11.7	−0 25.03	+5 29.5	−0 24.20	+5 31.1								
Nov. 13	6 22 41.7	−0 26.19	+5 32.0	−0 26.19	+5 32.0								
»	6 27 11.7	−0 26.48	+5 31.2	−0 26.11	+5 32.0	−0 26.00	+5 32.8	1 51 17.21	9.7423ₙ	+54 13 12.3	0.1608	+6.90 +28.2	4
»	6 32 11.7	−0 26.84	+5 29.7	−0 26.01	+5 31.3								
»	6 37 11.7	−0 27.35	+5 29.5	−0 26.05	+5 32.0								
Nov. 13	16 56 15.0	−1 21.11	+2 31.2	−1 21.11	+3 31.2	−1 21.03	+3 31.1	1 50 22.27	9.8090	+54 11 12.0	0.4909	+6.90 +28.2	4
»	17 3 15.0	−1 21.52	+2 29.7	−1 20.96	+3 31.1								
Nov. 23	6 9 36.0	+1 49.40	−2 8.2	+1 49.40	−2 8.2								
»	6 14 36.0	+1 49.06	−2 11.4	+1 49.33	−2 8.5	+1 49.36	−2 8.3	1 34 27.60	9.6665ₙ	+52 42 11.0	9.9708	+6.52 +32.3	5
»	6 19 36.0	+1 48.81	−2 14.1	+1 49.36	−2 8.2								
Nov. 23	16 15 40.4	+1 13.94	−8 13.1	+1 13.96	−8 13.1								
»	16 23 40.4	+1 13.57	−8 17.9	+1 13.98	−8 13.2	+1 13.97	−8 13.2	1 33 52.19	9.7831	+52 36 6.2	0.7212	+6.50 +32.4	5
»	16 32 40.4	+1 13.10	−8 23.4	+1 13.97	−8 13.4								
Nov. 24	5 45 16.6	+0 7.66	+1 2.1	+0 7.66	−1 2.1								
»	5 51 16.6	+0 7.25	+0 58.6	+0 7.56	−1 2.2	+0 7.56	+1 2.3	1 33 14.31	9.6920ₙ	+52 28 17.3	0.0888	+6.48 +32.5	6
»	5 57 16.6	+0 6.84	+0 54.9	+0 7.45	−1 2.2								
»	6 3 16.6	+0 6.64	+0 51.7	+0 7.50	1 2.6								
Nov. 24	6 14 16.6	+0 6.08	+0 44.3	+0 6.08	+0 44.3*)								
»	6 20 16.6	+0 5.78	+0 41.9	+0 6.09	+0 45.5	+0 5.98	+0 45.7	1 33 12.73	9.6413ₙ	+52 26 0.7	9.8976	+6.48 +32.5	6
»	6 26 16.6	+0 5.34	+0 38.4	+0 5.95	+0 45.7								
»	6 32 16.6	+0 4.97	+0 35.0	+0 5.89	+0 45.9								
Nov. 24	16 22 21.4	−0 26.96	−5 41.0	−0 27.02	−5 41.0								
»	16 28 21.4	−0 27.31	−5 45.0	−0 27.02	−5 41.3	−0 27.02	−5 41.3	1 32 39.71	9.7753	+52 21 34.0	0.7341	+6.46 +32.8	6
»	16 34 21.4	−0 27.61	−5 40.1	−0 27.03	−5 41.6								
Nov. 24	16 49 21.4	−0 28.36	−5 59.8			−0 28.36	−5 59.8	1 32 38.37	9.7616	+52 21 15.5	0.7649	+6.46 +32.8	6

*) Vom Mittel ausgeschlossen.

Vergleichsterne.

*	α (1900.0)	δ (1900.0)	Autorität
1	$2^h 29^m 15^s.64$	$+52° 2' 59''.4$	Circulaire 8 und 9 — Paris
2	1 59 8.36	+54 26 56.3	»
3	1 55 17.02	+54 18 37.6	A.G. Camb. 936
4	1 51 36.40	+54 7 12.7	Circulaire 8 und 9 — Paris
5	1 32 31.72	+52 43 47.0	»
6	1 33 0.27	+52 26 42.5	»

Vergleichung der Beobachtungen mit der Ephemeride.

Datum	(B—R)		Datum	(B—R)	
October 23	$-0^s.38$	$+3''.0$	November 13	$-0^s.16$	$+1''.5$
November 8	+0.13	−3.9	November 23	−0.32	−1.1
November 8	−0.08	−1.1	November 23	−0.23	−3.0
November 11	−0.32	+1.3	November 24	−0.12	−0.6
November 11	−0.31	+1.2	November 24	−0.12	−0.8
November 13	−0.36	−0.4	November 24	−0.27	−0.4
November 13	−0.35	+0.9	November 24	−0.42	−0.6

Bemerkungen.

October 23. Expositionsdauer der Aufnahmen 3 resp. 4 Minuten. Himmel schön klar. Zweite Position schwer zu messen.
November 8. Expositionsdauer 5^m. Himmel sehr klar, aber feucht.
November 8. Expositionsdauer $6^m 10^s$. Nur durch schnell ziehende Nebel.
November 11. Expositionsdauer 3^m. Himmel gut klar, aber leichter Nebel am Boden.
November 13. Expositionsdauer 3^m. Himmel gut klar in der Erosgegend, sonst bedeckt.
November 13. (16^{56}.) Expositionsdauer 5 und 6 Minuten. Aufnahmen nur durch Ci-Str.
November 23. Expositionsdauer 3^m. Himmel gut klar, dann aber plötzlich zu.
November 23. Expositionsdauer 5^m. Durch Ci-Str. und Str.
November 24. Expositionsdauer 4^m. Himmel sehr schön klar.
November 24. (16^{22}—16^{34}.) Expositionsdauer 4^m. Himmel gut klar, aber zum Schluss neblig und Objectiv stark beschlagen.
November 24. Expositionsdauer 4^m. Himmel gut klar, Objectiv beschlagen. Messung unsicher.

Die Nebelflecken am Pol der Milchstrasse

(Königstuhl-Nebelliste No. 3)

von **Max Wolf.**

1. Wie in der Einleitung dieses Bandes bemerkt, soll derselbe in erster Linie der Publication von Nebelpositionen gewidmet sein. An anderer Stelle*) habe ich bereits den Weg angegeben, auf dem ich zu diesen Arbeiten gekommen bin; doch sei die Hauptsache der Vollständigkeit halber hier wiederholt.

Bei der Verwendung von Objectiven mit grossem Oeffnungsverhältniss für die Aufnahme der ausgedehnten Nebel und der kleinen Planeten zeigte sich auf meinen Platten zu meiner Ueberraschung, wie ungemein zahlreich allenthalben am Himmel die kleinen Nebelflecken zu finden waren. Besonders das sechszöllige Porträtobjectiv von Voigtländer & Sohn in Braunschweig, das ein Oeffnungsverhältniss von 1 : 5 besass, gab manche Gegenden des Himmels ganz besät mit solchen kleinsten Nebelfleckchen. Auf einer Platte (No. A, 430 vom 24. März 1892) von 96 Minuten Belichtung fanden sich in einem Kreis, den ich mit einem Radius von 1 Grad um η Virginis als Mittelpunct schlug, nicht weniger als 130 einzelne Nebelfleckchen. Aehnliche Zahlen, wenn auch selbstverständlich nur selten so ungeheuer gross, ergaben sich an andern Stellen des Himmels und es war damit gezeigt, dass die Dublet-Linsen uns den Himmel mit einer ungeheuer viel grösseren Zahl kleinster Nebelflecken erfüllt erscheinen liessen, als seither bekannt war.

Gleichzeitig wurde aus den ersten Versuchen klar, dass sich diese kleinen Nebel, von denen das Auge am Fernrohr im günstigsten Fall nur vorübergehend erhaschbare Eindrücke erhält, auf der Platte mit grosser Sicherheit einstellen und beschreiben liessen. Diese Erfahrungen brachten mich zu dem Entschluss, den »kleinen Nebelflecken« des Himmels ganz besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Ich begann sofort mit Aufnahmen von jenen Gegenden des Himmels, wo bekanntermassen die kleinen Nebel am reichsten und schönsten vertreten sind. Im Laufe der nächsten Jahre wurden die Gegenden von Virgo, Leo und Coma Berenices zum grössten Theil mehr als dreimal mit Platten bedeckt.

Es handelte sich dann darum, die Positionen dieser ungezählten neuen Objecte zu bestimmen. Dies versuchte ich zuerst mit der Distanzenmethode, mit der ich die Positionen der kleinen Planeten zu messen pflegte. Dabei zeigte sich zwar die erreichbare Genauigkeit sehr gross, aber die Mühe der Vermessung und die Grösse der Rechenarbeit wuchs schon bei einer Platte so sehr, dass ich einen andern Weg einschlagen musste.

Nach Allem, was ich erfahren hatte, musste sich für diesen Zweck, allerdings unter Aufopferung der grösstmöglichen Genauigkeit, der von Kapteyn erfundene parallactische Messapparat am meisten eignen. Als sich mir daher die Gelegenheit bot, einen solchen Apparat zu beschaffen, so zögerte ich nicht, ihn zu bestellen. Nach seiner Vollendung kam er auf dem Königstuhl zur Aufstellung, und über seine Einrichtung ist weiter oben berichtet worden.**) Zuerst wurde er hauptsächlich für Planetenpositionen benutzt. Erst nachdem Schwassmann die Fehler der Declinationsschraube bestimmt hatte, liess ich ihn mit der Vermessung einiger Nebelplatten beginnen. Dabei war die Absicht ausgesprochen, zu bestimmen, wie weit man überhaupt mit dem parallactischen Messapparat die Genauigkeit treiben kann. Es sollten also möglichst genaue Positionen der Nebelflecken abgeleitet werden. Das Resultat dieser Arbeit findet der Leser an anderer Stelle in diesem Bande.***)

In der Zwischenzeit wurde es mir durch die Hochherzigkeit der unvergesslichen Miss Kath. Wolfe-Bruce in New-York ermöglicht, ein neues bedeutend grösseres Fernrohr zu erbauen. Die Aufnahmen mit den Sechszöllern mit der kurzen Brennweite von ca. 80 cm gaben natürlich alle Nebel ebenso kräftig, als sie jedes grössere Instrument geben konnte. Allein es war oft recht schwierig, zu entscheiden, wenigstens bei den kleinsten Nebelflecken, ob man es mit

*) Sitzungsbericht der math.-phys. Cl. der Königl. bayerischen Academie der Wissenschaften. XXXI. 1901, p. 111.
**) p. 5 in diesem Bande.
***) p. 17 in diesem Bande.

schwachen Sternchen oder mit kleinsten planetarischen Nebeln zu thun hatte. Mit dem Bruce-Teleskop, dessen beide Objective 202 cm Brennweite haben — beim selben Oeffnungsverhältniss wie die beiden Sechszöller — sind infolge dieser längeren Brennweiten viel kleinere planetarische Nebel noch als solche zu erkennen und von Fixsternen zu unterscheiden. Da bei dem Bruce-Teleskop auch zwei gleiche Linsen vorhanden sind, so können stets zwei gleiche Aufnahmen gleichzeitig gemacht werden, was die Unterscheidung der Objecte von Plattenunreinlichkeiten wesentlich erleichtert.

Der erste Catalog (p. 11) sowie der folgende Catalog sind nach Platten vom Bruce-Teleskop hergestellt, der Catalog Schwassmann's nach Platten vom Voigtländer Sechszöller.

Für die künftigen Nebelvermessungen habe ich im Anschluss an Seeliger's photographische Aichungen der Fixsterne des nördlichen Himmels 33 verschiedene Gegenden ausgewählt. Ich stelle sie hier zusammen, um zu ermöglichen, dass sich andere Beobachter andere Gegenden auswählen und so Doppelarbeit vermeiden können. Es sind die Gegenden um die folgenden Anhaltsterne, nach Rectascensionen geordnet:

ε Piscium	θ Orionis	21 Leonis minoris	31 Comae
β Andromedae	β Aurigae	p_5 Leonis maioris	35 Comae
α Ceti	α Geminorum	93 Leonis maioris	12 Canum venat.
5 Hev. Camelop.	θ Hydrae	5 Comae	δ Virginis
η Tauri	h Ursae maioris	17 Comae	ε Virginis

43 Comae	π Herculis	α Equulei
η Bootis	102 Herculis	π Pegasi
γ Bootis	δ Draconis	γ Piscium
β Ursae minoris	δ Aquilae	
ε Serpentis	γ Cygni	

2. Soviel günstiger die grössere Brennweite des Bruce-Teleskopes für die Aufnahme und Erkennung der Nebel war, soviel grössere Anforderungen wurden dadurch an den parallactischen Messapparat gestellt. Denn mit der grösseren Brennweite des Aufnahmeobjectivs wächst auch der Abstand zwischen Messapparat und Platte, und um so grössere Anforderungen werden an die Stabilität des Systems und die Güte des Messapparates gestellt. Ferner hatte sich bei der Arbeit von Schwassmann gezeigt, dass es unmöglich ist, eine einigermassen rasche Catalogisirung der Nebel zu erreichen, sobald man am parallactischen Messapparat mit grösster Genauigkeit arbeiten will. Die bei der Herstellung des Schwassmann'schen Catalogs aufgewandte Zeit zeigt, dass bei Erstrebung genauer Positionen an ein einigermassen schnelles Catalogisiren nicht zu denken ist. Aus beiden Gründen habe ich für die Zukunft das Ziel etwas niedriger gesteckt und auf die Anwendung der genauen Kapteyn'schen Methode, wie sie von Schwassmann ausgebildet ist, verzichtet.

Die Orientirung der Platte wurde genauer ausgeführt. Erstlich konnte, was bekanntlich besonders wichtig ist, der optische Mittelpunct der Platte aus der Form der Sternscheiben am Rand bis auf wenige Minuten genau bestimmt werden. Dann konnte die Platte im Stativ durch eine später zu beschreibende Methode durch Autocollimation auf der photographischen Schicht selbst, genau senkrecht zur Visirlinie, gestellt und ebenso sicher um bestimmte Beträge geneigt werden. Ferner erhöhte die Benutzung der jetzt bekannten combinirten Pressungs- und Kreistheilungsfehler (p. 10) wesentlich die Schnelligkeit sowohl der Justir- als der Messarbeit. Wesentlich war ferner das gruppenweise Zusammenfassen der Nebel, so dass nicht eine ganze Zone über die lange Platte hinweg auf einmal behandelt wurde, sondern nur ein relativ kleiner zwischen mehreren Anschlusssternen eingeschlossener Theil der Zone. Wie weit man hierbei gehen kann, ergibt sich stets unmittelbar aus der Darstellung der Anschlusssterne selbst. Sie geben an jeder Stelle sofort ein Kriterium für die Zuverlässigkeit der Positionen. Es wird also alles auf eine Interpolation in möglichst engen, aber doch, wie die Praxis gezeigt hat, relativ weiten Grenzen zurückgeführt. Man kommt dabei auf dieselben Vorteile wie beim Fadenmikrometer am Ocular eines Aequatoreals. Dann kann auch, besonders wenn die Aufnahme in der Nähe des Meridians gemacht ist, die Differentialrefraction vernachlässigt werden.

Nachdem die Mittel gebildet und die Correctionen wegen der Instrumentalfehler angebracht sind, wird direct aus den Anschlusssternen diejenige Zahl gerechnet, welche zu jeder Poldistanz zu addiren ist, um die gesuchte Poldistanz des Objectes zu erhalten. Ebenso hat man zu jeder bezüglich der Instrumentalfehler corrigirten Rectascensionsablesung nur eine Zahl zu addiren, um die gesuchte Rectascension eines Objectes zu erhalten. Zur Umwandlung der Mikrometerablesung der Declination in Bogenmass wird jedesmal eine Tabelle gerechnet.

Auf diese Weise wird die Rechenarbeit ganz bedeutend reducirt und die Sicherheit und Uebersicht beträchtlich erhöht, ohne dass die resultirende Ungenauigkeit die Einstellungsfehler erreichte.

Die erste (p. 11) gegebene Nebelliste ist allerdings noch viel mühsamer hergestellt; die vereinfachten Methoden sind erst in dieser 3. Nebelliste ganz zur Anwendung gekommen. Dieselbe, welche im Ganzen 1528 Positionen enthält, und für die 72 Anschluss- und Orientirungssterne benutzt wurden, ist in wenigen Wochen gerechnet worden, während die Messung, abgesehen von der Justirung und Fehlerbestimmung, im Ganzen 41 »Sitzungen« zu durchschnittlich 2 Stunden in Anspruch nahm. Bei strenger Darstellung der Coordinaten nach dem Messungs- und Rechnungsverfahren, wie es Schwassmann benutzt hat, würden mehrere Jahre dazu nothwendig gewesen sein.

Die bei dem beschriebenen Verfahren erreichbare Genauigkeit würde trotzdem nicht wesentlich geringer sein, als bei dem strengen Verfahren; allein zwei Gründe verhinderten die Erreichung grösserer Genauigkeit. Der erste lag in

der mangelhaften Stabilität des Apparates während einer Messungsreihe, der andere an der mangelhaften Lagerung der Stundenaxe und ihrer Mikroskope. Infolge des ersten Fehlers änderte der Apparat bei der Messung fortwährend seine Lage gegen die Platte und trotz der Einhaltung der strengsten Vorsichtsmassregeln über die Körperhaltung des Beobachters senkte sich bald die eine, bald die andere Seite des Apparates um kleine, aber noch messbare Beträge. Die schlechte Lagerung der Stundenaxe andererseits verschlechterte vor allem die Rectascensionen. Die Axe passte nicht genau in ihre cylindrischen Lager, und die Mikroskope federten selbst bei der leisesten Berührung der Trommeln der Mikroskope. So änderten sowohl Axe als Mikroskope fortwährend ihre Lage um kleine Beträge. Für die folgende Nebelliste ist überall die Zehntel-Bogensecunde und die Hundertel-Zeitsecunde ausgerechnet worden; ich habe sie aber beide aus obigen zwei Gründen weggestrichen, da ich die Unsicherheit einer Position auf etwas mehr als 0.1 Zeitsecunde und 1 Bogensecunde schätzen muss. — Für die Zukunft hoffe ich nach dem gegenwärtig vorgenommenen Umbau des Apparates grössere Genauigkeit erreichen zu können, obwohl dieselbe für viele Objecte, wegen ihrer unregelmässigen Gestalt, wenig Werth hat.

Dabei zeigt sich aber trotz allem der gewaltige Vorzug, den die Verwendung der photographischen Platte vor der Ocularbeobachtung der Nebelflecken — von der Lichtstärke natürlich ganz abgesehen — voraus hat. Am Ocular ist die Form der Nebel fast nie recht erkennbar. Man weiss meist gar nicht, wann seine Mitte passirt, oder wohin man einzustellen hat. Auf der Platte hat man doch meist ein detaillirtes Object stehen, bei dem man den Mittelpunct, einen Kern oder den Schwerpunct in Ruhe aussuchen und einstellen kann. Solche systematischen Fehler, wie sie besonders die Rectascensionen bei den Ocularbeobachtungen an sich haben, werden daher bei der Benutzung der Platten völlig vermieden.

Bei der Messung unterstützte mich Herr A. Kopff, der die Ablesungen am Stundenkreise ausführte; bei der Berechnung die Herren A. Kopff, Dr. M. Mündler und A. Schwall.

3. Die im Folgenden angegebenen 1528 Nebel finden sich alle auf der Platte B. 174, welche ich mit dem Bruce-Teleskop (Objectiv *a*) am 20. April 1901 mit 150 Minuten Belichtung erhielt. Es wurde auf den Stern 31 Comae Berenices pointirt. Die gleichzeitig mit dem Objectiv *b* aufgenommene Platte wurde nur zur Controle benutzt, ebenso zwei andere am 24. März aufgenommene Platten derselben Gegend. Das Objectiv *a* von Brashear in Allegheny hat ca. 202 cm Aequivalent-Brennweite bei ca. 40 cm freier Oeffnung. Einem Grad entspricht auf der Platte eine Länge von ca. 35 Millimeter.

Der schwierigste Theil der Arbeit war die Bezeichnung und Kritisirung der Nebelobjecte auf der Platte. Dieselbe wurde mit der Vergleichsplatte unter der Lupe verglichen und die sicher constatirten Nebelflecken durch kleine Tintenmarken auf der Glasseite bezeichnet. Dies geschah zuerst auf einer Platte vom 24. März und dann erst auf der für die Messung benutzten Platte. Diese Arbeit war äusserst mühevoll und zeitraubend, besonders in den Gegenden, wo die Nebel so dicht stehen, dass man keinen Raum findet, die Marken anzubringen und wo es kaum möglich ist, die Vergleichung streng auszuführen. — Jetzt ist diese Arbeit sehr erleichtert, da man den Stereokomparator*) dafür benutzen kann, aber bei der Bearbeitung der in Frage kommenden Platte war derselbe noch nicht gebaut.

Es ist wahrscheinlich, dass einige kleine Sterne infolge von Störungen in den Schichten für Nebelflecken genommen worden sind, und es ist sicher, dass eine ziemliche Anzahl schwächster Nebel und nebeliger Sterne übersehen und nicht vermessen wurde. Ich glaube aber mit Sicherheit annehmen zu dürfen, dass kein hellerer Nebel vergessen ist; aber mit noch grösserer Sicherheit lässt sich auch annehmen, dass bei Steigerung der Lichtkraft und der Expositionszeit die Zahl der Nebel immer noch zunehmen wird.

4. Als Anschlusssterne sind nur Sterne des Cataloges der Astronomischen Gesellschaft benutzt. Es wurden möglichst schwache Sterne verwandt, um den Einfluss der relativen Verzeichnung möglichst unschädlich zu machen. Die relative Verzeichnung beruht darauf, dass die bei der langen Belichtung um helle Sterne abgebildeten und schon völlig geschwärzten Zerstreuungskreise sich nicht concentrisch um den ersten Eindruck lagern. Die Scheibe eines hellen Sternes der Platte hat ihren Mittelpunct nicht mehr an der Stelle des ersten Lichteindruckes, während die schwachen Nebel an dieser stehen. Die Correction lässt sich leicht bestimmen und an den Vergleichsternen anbringen, sie betrug z. B. $3^1/_2{}^\circ$ vom Centrum der Platte in der Richtung ihrer Diagonale (wo keine Nebel mehr gemessen wurden) $\Delta\alpha = 0^s.09$, $\Delta\delta = 0''.5$. Bei der vorliegenden Platte musste die Correction nur bei einer Gruppe berücksichtigt werden. Sie hängt natürlich auch von der Focussirung ab. Beim Objectiv *b* ist sie noch in 4° Abstand von der Mitte ohne Einfluss, beim Objectiv *a* aber schon recht beträchtlich.

Im Folgenden stelle ich die benutzten Anschlusssterne zusammen:

Anschlusssterne.

Zone I.

Cambridge 6230	Leiden 4766	Cambridge 6282	Cambridge 6303
Leiden 4760	Cambridge 6258	Leiden 4794	Leiden 4813
Cambridge 6238	Leiden 4782	» 4797	Cambridge 6325

*) Astronomische Nachrichten 3749 Bd. 157.

Zone II.

Cambridge	6187	Cambridge	6228	Cambridge	6287	Cambridge	6325
»	6190	»	6238	»	6300	»	6334
»	6204	»	6250	»	6303	»	6335
»	6206	»	6270	»	6304	»	6337
»	6222	»	6279	»	6305		
»	6225	»	6282	»	6315		

Zone III.

Cambridge	6203	Cambridge	6240	Cambridge	6272	Cambridge	6313
»	6217	»	6250	»	6284	»	6328
»	6220	»	6252	»	6287	»	6334
»	6228	»	6264	»	6312	»	6338

Zone IV.

Cambridge	6203	Cambridge	6240	Cambridge	6275	Cambridge	6336
»	6217	»	6263	»	6298	»	6338
»	6218	»	6264	»	6309		
»	6226	»	6271	»	6328		

5. Im folgenden Catalog sind nach reiflicher Ueberlegung aus einer Reihe instrumenteller Gründe und auch um die Vergleichung mit Dreyer's Catalog zu erleichtern, Nordpoldistanzen an Stelle der bei uns üblichen Declinationen gesetzt worden. Dagegen ist nicht das mittlere Aequinoctium von 1860.0, wie im Dreyer'schen Catalog, sondern dasjenige des Catalogs der Astronomischen Gesellschaft, nämlich 1875.0, gewählt worden. Sind doch die Vergleichsterne alle dem A.G.-Cataloge entnommen und sie sollen auch in Zukunft diesem unersetzlichen Werke entnommen werden. Es ist doch wohl anzunehmen, dass der A.G.-Catalog noch für lange Zeit das Fundament für alle solche Arbeiten bilden wird. Durch die in der Nebelliste beigesetzte Präcession ist der Anschluss an den Dreyer'schen Catalog zu erleichtern und die Benutzung überhaupt möglichst bequem zu machen gesucht.

Die Objecte sind wie bei der Bonner Durchmusterung nach Zonen von je einem Grad Poldistanz geordnet und laufen in diesem nach ihren Rectascensionen.

Grösse und Helligkeit der Nebel habe ich abweichend von anderen Verzeichnissen in getrennten Rubriken untergebracht, um die Uebersichtlichkeit zu erhöhen. Die Grössen der Nebel sind möglichst nach dem Massstab Sir John Herschel's geschätzt. Es bedeutet

eeS	=	most extremely small	=	unter	4" Durchmesser
eS	=	excessively small	=	etwa	4—8" Durchmesser
vS	=	very small	=	»	15" Durchmesser
S	=	small	=	»	20—30" Durchmesser
cS	=	considerably small	=	»	20—30" Durchmesser
pS	=	pretty small	=	»	1' Durchmesser
pL	=	pretty large	=	»	1' Durchmesser
cL	=	considerably large	=	»	3—4' Durchmesser
L	=	large	=	»	3—4' Durchmesser
vL	=	very large	=	»	10' Durchmesser
eL	=	excessively large	=	»	20' Durchmesser und mehr.

Die Schätzung erfolgte durch Vergleichung mit der Distanz der zwei festen Mittelfäden des Mikrometers.

Die Helligkeiten im Anschluss an Herschel's Scala anzugeben, ist sehr schwierig. Denn die Photographie gestattet keinen Vergleich mit den Ocularbeobachtungen, und es erhellt schon aus der Zahl der gemessenen Nebel an der Stelle, wo seither nur relativ wenige Nebel gesehen worden waren, dass die Scala zu schwächeren Graden herab fortgesetzt werden sollte. Es ist deshalb wohl zu erwarten, dass ich die Helligkeit meist zu gross angegeben habe, obwohl ich bei einem grossen Theil der bekannten Nebel die Helligkeit eher geringer geschätzt hatte, als ich sie nacher nach Bigourdan oder D'Arrest im Catalog angegeben fand. Gross werden diese »systematischen« Unterschiede daher nicht sein. Um so grösser aber die in dieser Hinsicht »zufälligen«, wie sie durch die Photographie für die verschiedenen Objecte je nach ihrer Lichtart bedingt wird.

Die benutzten Helligkeitsgrade sind:

1.	eeeF	3.	eF	5.	F	7.	pF	9.	cB	11.	vB
2.	eeF	4.	vF	6.	cF	8.	pB	10.	B	12.	cB

Wie ersichtlich, habe ich also eine Stufe für die allerschwächsten Nebel hinzugefügt.

Bekanntlich hat man schon vielfach versucht, die Nebel ihrem Aussehen nach in Classen einzutheilen. Auch ich habe versucht, eine solche Classificirung durchzuführen, um eine rasche Uebersicht über die Art der Objecte zu ermöglichen und vielleicht daraus statistische Schlüsse ziehen zu können. Ich theilte die Nebel in 3 Classen ein: in regelmässig geformte Nebel, in unregelmässig geformte und in diffuse, ausgedehnte Nebel ohne Structur. Darin habe ich noch Unterabtheilungen unterschieden, so dass folgende Bezeichnungen zu Stande gekommen sind:

I. Regelmässig geformte Nebel . .	I_1: rund mit centraler Verdichtung, I_2: rund, Verdichtung, gewundene oder spiralförmige Schwingen von der Verdichtung ausgehend, I_3: andromedanebelartige und ovale Nebel mit centraler Verdichtung, I_4: planetarische und runde, kleine, diffuse Nebel ohne Kern, I_5: längliche und ovale Nebel ohne Kern.
II. Unregelmässig geformte Nebel .	II_1: unregelmässige Form mit einem bevorzugten Kern, II_2: alle übrigen unregelmässig geformten Nebel.
III. Structurlose Nebel	III: alle diffus ausgedehnten Nebel ohne erkennbare Structur.

Trotz der Benutzung dieser Systematik verhehle ich mir nicht, dass sie auf ganz schwachen Füssen steht, denn die Uebergänge finden am Himmel allmählig statt, so dass eigentlich jeder Nebel eine Classe für sich erfordern würde. Sehr oft sind die Nebel kaum mit Sicherheit einzuordnen, z. B. die Nebel von I_1 schwer von jenen II_1 zu trennen; denn durch anhaftende Schwingen und Arme kann der rundeste Nebelstern zum unregelmässigen Nebel werden. Wie oft ist nur die Schwäche des Fernrohres oder die Kürze der Belichtung daran schuld, dass die Unregelmässigkeiten nicht gesehen werden. Ebenso ist es mit I_5 und II, oder mit I_5 und I_3. Ist z. B. im letzteren Falle der Kern zu schwach für die Lichtkraft des Teleskopes, so wird aus einem Andromedanebel ein Nebel I_5 oder ein Nebelstern I_1 zu einem planetarischen Nebel I_1 u. s. w.

Aus diesen Gründen ist die Systematik hier nicht viel werth und sie darf nur als roheste Annäherung an die richtige Beschreibung des Nebels aufgefasst werden.

Die möglichst kurze Beschreibung der Nebel im Catalog ist mit den üblichen Herschel'schen Zeichen durchgeführt, zu denen ich nur sieben neue hinzugefügt habe, weil sie absolut nöthig geworden waren. Drei von ihnen geben Begriffe, die durch unsere Photographien erst entstanden sind. Ich stelle alle benutzten Abkürzungen hier zusammen:

app = appended
att = attached
A = Arm (geradlinig, radial)
Af = form of Nebula of Andromeda
b = brighter
bet = between
bi N = binuclear
br = broad
B = bright
c = considerably
ch = chevelure
co = coarse, coarsely
com = cometic
cont = in contact
conn = connected, or connecting
C = compressed
Ch = chain (Kette)
d = diameter
def = defined
dif = diffused
diffic = difficult
dist = distance, or distant
D = double
e = extremely, excessively
ee = most extremely
ell = elliptic
exc = excentric
E = extended

f = following
F = faint
g = gradually
gr = group
h = homogeneous
i = irregular
inv = involved, involving
iF = irregular figure
l = little (adv.), long (adj.)
L = large
m = much
mn = milky nebulosity
M = middle
n = north
neb = nebulous
nr = near
nw = narrow
N = nucleus
Neb = nebula
p = preceding
p = pretty (before R, F, B, L, S &&)
pg = pretty gradually
pm = pretty much
ps = pretty suddenly
P = poor
quad = quadrilateral
quar = quartile
R = round

RR = exactly round
s = suddenly
s = south
sev = several
susp = suspected
sh = shaped
stell = stellar
S = small
sm = smaller
tri N = trinuclear
trap = trapezium
v = very
vv = very, very
var = variable
W = Wing (gekrümmter Arm)
Z = Zone
✱ = a star, ✱10 = a star of 10th magnitude
✱✱ = double star
! = remarkable, !! very much so, &&
= triangle
○ = planetary nebula
◎ = annular nebula
st 9 . . . . = stars from 9th mag. downwards
st 9 . . . 13 = stars from the 9th to 13th mag.
✱', Ch', N', . . = stars, chains, Nuclei, . . .
⊃ = brighter then . . . .
> = larger then . . . . .

(Königstuhl-Nebelliste No. 3.)

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Classe	Grösse	Hellig-keit	Beschreibung
1		12h 37m 22s.0	+2s.94	59° 50′ 56″	+19″.8	I_3	vS	vF	l 215, p dif, bM
2		40 39.1	+2.93	34 57	+19.7	I_3	pS	pF	!, l 230, bM
3		40 50.1	»	39 42	»	I_1	eS	eF	bM, p dif
4		41 20.8	»	31 45	»	I_1	pL	pF	!, bM, p dif
5		41 39.7	»	54 30	»	II_1	vS	pF	iF, stell N
6		41 50.3	»	41 7	»	I_1	vS	vF	bM, p dif
7		43 20.8	+2.92	58 2	»	II_1	—	—	pB ✱ att 60°35
8		43 23.5	»	57 16	»	II	pS	vF	dif, conn 60°35
9		44 22.7	»	38 48	»	I_5	eS	vF	O, ll 245, h
10		44 42.0	»	57 29	»	I_5	vS	vF	ll 215, bsp
11		44 56.7	»	27 33	»	II	vS	eF	iF, l 230
12		44 57.5	»	39 24	»	II_1	eS	vF	iF, FN, l 275
13		45 0.9	»	32 36	»	I_4	S	eF	dif
14		45 5.0	»	24 54	»	I_3	vS	vF	ll 255, ph
15		46 5.9	»	55 45	+19.6	II	vS	eF	iF, ll 300, ? bi N
16		46 10.8	+2.91	53 30	»	II_1	vS	vF	iF, FN
17		46 11.4	»	32 24	»	II	eS	eF	iF, h
18		46 13.1	»	24 8	»	II_1	vS	vF	iF, vFN
19		47 33.0	»	49 59	»	I_1	—	—	F neb ✱
20		47 46.0	»	44 0	»	I_1	pS	F	bM, dif
21		47 56.6	»	31 58	»	I_3	vS	vF	bM, ll 230
22		48 9.8	»	43 3	»	I_3	pS	F	!, Af 255, F stell N
23		48 10.9	»	38 19	»	I_1	vS	vF	R, stell N
24		48 42.8	+2.90	37 2	»	II	S	vF	iF
25		49 8.5	»	44 41	»	I_1	vS	vF	R, bM
26		49 34.1	»	49 3	»	I_1	vS	vF	bM, dif
27		50 0.2	»	51 35	»	I_1	vS	F	stell N, Ch p
28		50 16.7	»	30 54	»	I_1	pS	F	pR, dif, gbM
29		50 29.6	»	49 55	»	I_1	—	eF	stell N, att Ch p

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Classe	Grösse	Hellig-keit	Beschreibung
30		$12^h 50^m 49^s.4$	$+2^s.90$	$59° 56' 44''$	$+19''.6$	I_5	vS	vF	l 260, dif
31		50 56.2	»	45 56	»	II	S	eF	iF, dif
32		51 41.3	»	45 5	+19.5	I_4	S	eF	l dif, ph
33		51 49.0	+2.89	40 6	»	I_3	pS	pF	el l 290, bM
34		52 4.0	»	40 30	»	I_3	eS	pF	l 290, bM
35		52 26.0	»	42 42	»	I_1	vS	vF	R, vlbM
36		52 29.6	»	46 51	»	I_1	vS	vF	lbM, dif
37		52 48.6	»	44 36	»	I_1	vS	vF	vlbM, dif
38		53 19.8	»	31 44	»	I_3	vS	vF	l 310, p dif, bM
39		54 16.7	»	48 4	»	I_4	S	vF	dif
40		54 18.4	»	33 21	»	I_1	vS	vF	bM, dif
41		54 30.2	»	50 56	»	I_1	eS	F	bM, dif
42		54 42.1	»	41 16	»	III	vS	eF	dif
43		55 8.2	»	53 58	»	I_4	pS	eF	p dif, ph
44		55 11.9	»	54 14	»	I_1	vS	vF	bM, dif
45		55 15.2	»	57 22	»	I_1	vS	eF	dif
46		55 16.2	»	58 22	»	I_1	vS	vF	bM, dif
47		55 19.7	+2.88	29 23	»	I_5	eS	eF	l 340, dif
48		56 49.7	»	57 8	+19.4	I_4	vS	vF	dif

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Classe	Grösse	Hellig-keit	Beschreibung
1		$12^h 35^m 19^s.8$	$+2^s.95$	60° 31′ 24″	$+19''.8$	I_1	vS	vF	dif, stell N
2		35 29.7	»	34 48	»	I_3	vS	vF	l 310, ph
3		36 38.4	»	54 37	»	I_4	vS	vF	R, h, Ch p, B ✱ sp
4		37 56.2	+2.94	24 52	»	I_1	S	F	h, exc N, curved Ch att nf to eF ✱ n
5		38 24.7		33 4	»	I_1	eS	eF	exc stell N
6		38 29.6	»	32 59	»	II_1	S	vF	iF, eF stell N, l 320
7		38 31.0	»	50 38	»	I_3	S	pB	!, ell 300, bM
8		38 44.1	»	48 43	»	I_5	eS	vF	l 280, h
9		38 45.8	»	50 12	»	I_3	vS	vF	vll, bM
10		38 52.5	»	58 8	»	I_1	S	vF	R, lbM, att to a 2^d 340°
11		39 6.6	»	58 41	»	I_1	vS	F	bM, A′ 230
12		39 6.8	»	24 2	»	III	S	vF	iF, dif
13		39 28.0	»	33 22	»	I_4	vS	F	R, ph
14		39 30.0	»	33 4	»	I_4	vS	F	R, ph, —14 ⊃ 13
15		39 32.5	»	26 59	»	III	pL	vF	dif, diffic
16		39 35.0	»	21 40	»	I_1	vS	F	bM, pB ✱ s
17		39 38.1	»	59 35	»	I_3	vS	vF	ll N 210, ph
18		39 41.6	»	53 53	»	II	vS	vF	iF, ph, l 360
19		39 45.4	»	23 35	»	I_1	vS	vF	bM, chief of several Neb., one remark. [nf
20		39 47.7	»	25 34	»	II	vS	vF	iF, v nr F ✱
21		39 54.9	»	30 8	+19.7	II	pS	vF	iF, h, l 360
22		39 55.8	»	4 46	»	I_1	vS	vF	vF stell N
23		40 3.0	»	21 29	»	I_4	eS	eF	ph
24		40 10.6	»	52 38	»	I_3	vS	vF	ll 305, vF stell N, 2 Ch′ 240
25		40 20.6	»	23 7	»	I_1	eS	eF	O, F ✱ s
26		40 22.5	»	24 23	»	I_4	eS	eF	ph
27		42 23.8	+2.93	12 43	»	I_5	eS	vF	ll 265
28		42 30.2	»	8 53	»	I_5	eS	eF	l 215, v diffic
29		42 31.4	»	46 26	»	I_3	vS	vF	l 255, ph, Ch′ p & f
30		42 32.8	»	7 38	»	I_3	eS	eF	l 220, bM
31		42 37.2	»	7 13	»	I_4	eS	eF	O
32		42 37.3	»	4 47	»	I_1	eS	eF	bM
33		43 10.1	»	49 16	»	II	vS	vF	iF, ph
34		43 18.7	»	2 27	»	I_1	—	—	F neb ✱, att to 60°.35
35		43 19.0	»	0 6	»	I_1	pL	eF	stell N, neb A to 60°.34, 59°.7 & 59°.8
36		43 24.6	»	6 18	»	I_1	vS	vF	bM, dif
37		43 55.6	»	30 10	»	?	eS	eF	dif n
38		44 1.6	»	28 48	»	I_5	eS	vF	l 185, ph
39		44 27.7	+2.92	34 8	»	II	eS	vF	iF, ph
40		44 33.1	»	35 35	»	II	eS	eF	iF, ph, ? bi N

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Classe	Grösse	Hellig-keit	Beschreibung
41		$12^h 44^m 35^s.0$	$+2^s.93$	60° 45′ 9″	$+19''.7$	II	vS	vF	iF, dif, l Ch 140
42		44 41.4	+2.92	38 10	»	I_5	eS	eF	l 135, ph
43		44 50.5	»	39 6	»	I_1	vS	vF	vlbM
44		44 52.7	»	8 28	»	I_2	vS	vF	ll 210, eF stell N
45		44 53.9	»	49 53	»	I_5	vS	vF	l 360, ph
46	4735	44 57.1	»	23 28	»	I_2	pS	pB	!, l 270, ph, ? bi N
47		45 2.2	»	40 43	»	I_4	eS	eF	pR, ph
48	4738	45 4.0	»	31 57	»	I_2	pL	pB	!, !, !, Af 30, 1′ long
49		45 14.2	»	29 39	»	II	S	eF	iF, dif, nr 2 B ✱′, chief of several Neb′ [att s
50		45 59.8	»	57 43	+19.6	I_1	eS	eF	lbM, ph
51		46 6.7	»	10 27	»	I_2	vS	vF	l 235, p dif, bM, pF ✱ nf
52		46 9.1	»	9 58	»	I_1	pL	pF	surrounding pF neb ✱, conn 60°.51
53		46 11.6	»	55 45	»	II	pS	eF	iF, dif, lbM, Ch′ 340 & 160
54		46 13.4	»	54 42	»	I_4	eS	eF	O, ph
55		46 14.8	»	56 45	»	I_4	eS	F	O, ph
56		46 26.0	»	15 57	»	I_4	eS	F	O, h
57		46 31.6	»	14 57	»	I_2	eS	eF	ll 230, dif, lbM
58		46 37.9	»	21 40	»	I_1	eS	F	lbM, ph, —60°.58 ⊃ 60°.59
59		46 39.8	»	18 43	»	I_1	eS	F	lbM, ph
60		46 48.9	»	56 59	»	I_2	pS	pB	!, !, Af 215, lN, sp dif, 36″ long
61		47 12.6	»	51 3	»	I_4	eS	eF	ph, Ch sf
62		47 45.2	+2.91	1 0	»	I_4	eS	vF	R, h, v nr 60°.63
63		47 47.3	»	1 7	»	I_4	eS	vF	R, h, 60°.62 ⊃ 60°.63
64		47 48.1	»	20 29	»	I_2	S	pB	Af 200, bM
65		48 5.7	»	18 14	»	I_1	eS	F	pR, vFN
66		48 29.1	»	56 41	»	II_1	vS	pF	iF, stell N
67		48 30.7	»	29 18	»	I_1	eS	vF	pR, stell N
68	4793	48 37.3	»	22 59	»	I_2	pL	vB	!, !, !, Af 40, br, lN, dif sp, long 1′, pB ✱ n
69		48 42.4	»	23 41	»	II	S	eF	iF, dif, nr 60°.68
70		48 49.7	»	54 18	»	I_1	vS	pF	pR, stell N, W′
71		49 7.1	»	36 30	»	I_5	eS	F	ll 275, ph
72		49 14.4	»	36 45	»	II	eS	eF	iF, dif
73		49 19.2	»	51 14	»	I_1	vS	pB	neb ✱, W′, — eS, eF Neb np
74		49 21.0	»	48 47	»	I_5	vS	vF	l 245, ph, ✱ 15 sf
75		49 36.3	»	31 42	»	I_4	vS	vF	O
76		49 38.5	»	50 4	»	II_1	pS	vF	iF, p dif, vF stell N
77		49 41.2	»	23 11	»	I_1	vS	vF	pR, ph, eeFN, diffic
78		49 42.2	»	59 33	»	I_5	vS	vF	l 255, ph
79		49 59.6	+2.90	4 11	»	I_1	vS	vF	bM, dif
80		50 2.0	»	6 31	»	II_1	vS	vF	bi N, f measured

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Classe	Grösse	Hellig-keit	Beschreibung
81		12ʰ 50ᵐ 12ˢ.9	+2ˢ.91	60° 55′ 42″	+19″.6	II_1	eS	F	iF, dif, stell N, vF * nf
82		50 18.0	+2.90	1 23	»	II	vS	vF	iF, dif
83		50 48.5	»	23 37	»	I_3	vS	pB	!, pdif, stell N, ell anses 220 — vF ** n
84		50 53.5	»	22 5	»	II	eS	eF	iF, dif
85		50 54.1	»	42 1	»	II_1	S	pF	!, iF, pFN, dif p, lA'
86		51 6.2	»	23 26	»	I_5	vS	F	ell 165, ph
87		51 9.5	+2.90	16 44	»	I_8	S	pB	ll 200, stell N
88		51 18.2	»	16 34	»	I_1	vS	vF	vlbM, dif
89		51 20.9	+2.91	58 5	»	I_5	S	eF	l 230, dif
90		51 25.1	+2.90	34 8	+19.5	II	vS	eF	iF, dif, ph, ll 240
91	4841	51 29.4	»	43 48	»	I_4	vS	pB	!, O, 60°91 ⊃ 60°92
92		51 31.4	»	43 29	»	I_4	vS	pB	!, O, connected 60°91
93		51 40.1	»	4 10	»	I_1	vS	vF	dif, vF stell N
94		51 41.7	»	24 54	»	I_1	pS	F	gbM, stell N, p dif, att 60°109
95		51 43.0	»	18 12	»	I_3	vS	vB	iF, dif, bM, l 320
96		51 45.5	»	10 30	»	I_1	vS	F	h
97		51 52.1	»	49 30	»	I_1	vS	F	pR, p dif, bM, Ch's
98		51 58.8	»	57 9	»	II	eS	eF	iF, ph, v nr * 16 nf
99		52 7.1	»	36 57	»	I_3	pS	pF	!, !, Af 255
100		52 7.2	»	58 3	»	II	S	eF	iF, lA 180
101		52 11.6	»	22 35	»	II_1	vS	pF	iF, p dif, stell N
102		52 16.8	»	11 44	»	I_3	pS	pF	l 180, stell N
103		52 26.1	»	39 48	»	II	eS	eF	iF, ph
104		52 26.4	»	47 51	»	I_1	eS	vF	R, ph
105		52 28.3	»	28 1	»	I_1	S	vF	lbM, dif
106		52 30.3	»	43 53	»	II	eS	eF	iF, lbM
107		52 32.4	»	56 41	»	II_1	eS	vF	iF, p dif, stell N, eeF * sf
108		52 43.1	»	27 58	»	II	eeS	eF	iF
109		52 43.9	»	25 30	»	II	S	eF	!, iF, ph
110		52 45.0	»	39 24	»	II_1	vS	vF	iF, gbM, p dif
111		52 46.2	»	36 39	»	II_1	vS	vF	iF, p dif, vF stell N
112		52 51.7	»	45 4	»	II_1	eS	pF	iF, stell N
113		52 52.7	»	15 18	»	I_5	vS	vF	l 180, dif
114		52 54.3	»	51 43	»	II_1	S	F	N, com, 2 tails 65 & 330 (longer)
115		53 7.5	+2.89	15 14	»	I_1	vS	pF	stell N
116		53 10.0	+2.90	40 12	»	I_1	S	pF	pR, exc pBN
117		53 10.8	»	53 15	»	I_4	eS	pF	O
118		53 15.5	»	58 36	»	II_1	eeS	eF	iF, vF stell N
119		53 20.7	»	58 22	»	II_1	eS	pF	iF, pFN, Ch of eF iF Neb' att sf
120		53 21.7	»	50 14	»	II_1	vS	F	iF, gbM, p dif

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Classe	Grösse	Hellig-keit	Beschreibung
121		12h 53m 25s.0	+2s.90	60° 55′ 8″	+19″.5	I_1	—	pF	neb ✱ in iF Neb, l 90
122		53 25.7	+2.89	10 45	»	I_1	vS	vF	bM, dif
123		53 32.3	+2.90	50 1	»	I_1	eS	pF	R, O, l dif
124		53 32.9		55 58	»	II_1	eeS	eeF	iF, eeFN
125		53 34.5		46 28	»	I_1	S	pF	pR, ph
126		53 35.6	+2.89	31 57	»	II	vS	eF	l 220, curved, v nw
127		53 38.2	»	25 47	»	I_3	pS	pF	!, !, stell N, Af 220
128		53 38.3	+2.90	54 13	»	I_1	eeS	eeF	pR, p dif, eeF stell N
129		53 38.9	+2.89	23 56	»	II_1	vS	pF	lN 230, ? bi N, dif, v nr ✱ 12
130		53 38.9	+2.90	41 41	»	II_1	vS	pB	iF, dif, cbM
131		53 39.5	»	49 12	»	I_5	eS	eF	l 215, nw
132		53 40.0	»	57 48	»	II_1	pL	eeF	iF, vF stell N, Ch' to 2 ✱'
133		53 40.7	»	55 16	»	II	vS	eeF	iF, l 180, dif
134		53 43.7	»	55 31	»	II	eS	eeF	iF, ? l 275, dif
135		53 45.2	»	57 1	»	II	vS	eeF	iF, dif
136		53 52.2	»	59 13	»	I_1	eeS	eeF	pR, p dif, vF stell N
137		54 2.6	+2.89	43 22	»	II	S	eF	iF, dif, vlbM, W'
138		54 4.3	»	20 34	»	I_1	vS	vF	pR, p dif, N
139		54 7.1	»	25 35	»	II	eS	vF	nw, curved, convex s, pbM
140		54 8.6	+2.90	54 39	»	II	vS	vF	iF
141		54 12.9	+2.89	29 50	»	II	S	F	!, iF, ph, l 180
142		54 13.7	»	20 28	»	I_1	eS	eF	p dif, N
143	4896	54 19.4	+2.90	58 0	»	II_1	vS	pB	iF, l 300, exc stell N
144		54 24.8	+2.89	27 29	»	I_1	vS	pF	!, iF, gbM, N
145		54 27.4	»	20 28	»	I_1	eS	eF	p dif, N
146		54 29.6	+2.90	58 44	»	I_3	pL	B	!, l 180, gbM, 60°146 ⊃ 60°143
147		54 38.8	+2.89	48 23	»	I_5	vS	pF	!, l 180, att ✱ 9 sf
148		54 38.8	»	18 26	»	I_5	pL	pB	!, !, l 245, br = ½ l, dif, ph
149		54 39.8	»	48 21	»	I_5	S	pB	!, l 360, h, att B ✱ sf
150		54 42.9	»	59 18	»	I_1	pL	pB	iF, vFN, W'
151		54 47.3	»	56 29	»	I_1	eeS	eeF	vF stell N
152		54 51.2	»	57 38	»	I_1	S	B	!, pR, gbM, pBN
153		54 53.4	»	57 50	»	I_1	eS	F	gbM, FN
154		54 55.5	»	58 36	»	II	eeS	eeF	iF
155		54 56.3	»	51 34	»	I_1	vS	pB	pR, stell N
156		54 56.6	»	39 52	»	II_1	eS	vF	iF, lN 240
157		54 58.3	»	51 13	»	II_1	vS	F	iF, FN
158		55 0.1	»	59 54	»	II_1	eS	eF	iF, exc N
159		55 0.2	»	59 15	»	I_3	eS	eF	l 295, exc F stell N
160		55 2.3	»	26 11	»	II_1	eS	vF	iF, bM

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Classe	Grösse	Hellig-keit	Beschreibung
161		$12^h 55^m 4^s.8$	$+2^s.89$	60° 57′ 2″	+19″.5	II_1	eeS	eF	iF, vFN
162		55 8.2	»	58 3	»	II	pL	F	iF, exc gb
163		55 9.0	»	54 53	»	I_1	eeS	eF	gbM
164		55 12.9	»	50 34	»	I_1	vS	pB	pR, stell N
165		55 15.6	»	29 24	»	II_1	vS	F	iF, stell N
166		55 19.0	»	52 53	»	I_3	eS	F	l 230, stell N
167		55 22.5	»	57 31	»	II	L	eeF	viF, l 245
168		55 24.5	»	38 57	»	I_1	S	pB	!, pR, gbM, A 295 & 115
169	4922	55 24.5	+2.88	1 4	»	I_1	pS	pB	!, pR, E nf, stell N
170		55 24.6	+2.89	42 44	»	I_1	eeS	eeF	○
171		55 25.0	—	17 45	»	I_1	vS	vF	R, dif
172		55 26.4	»	42 45	»	I_1	eS	vF	R, vF stell N
173		55 33.4	»	11 45	»	I_1	S	pB	!, bM, R, ph
174		55 35.2	»	50 28	»	II_1	eS	eF	iF, ph, eF stell N
175		55 43.2	»	16 57	»	I_3	pS	pB	!, l 260, Af, bM
176		55 44.1	»	19 34	»	II	S	vF	iF, vl 190, dif
177		55 47.4	»	45 11	»	II	pL	eF	viF, dif
178		55 50.1	»	17 40	»	I_5	vS	vF	ll, dif
179		55 56.0	+2.88	0 17	»	I_5	vS	vF	l 320, dif
180		55 59.1	+2.89	51 35	»	II	S	eeF	iF
181		56 4.2	+2.88	4 24	»	I_3	S	pB	l 170, bM
182		56 4.4	+2.89	25 56	»	I_1	eS	eF	○ N, dif
183		56 5.5	»	27 7	»	II_1	vS	vF	iF, ph, vF stell N
184		56 6.7	»	48 16	»	I_5	eS	vF	l 295, ph
185		56 8.1	»	56 26	»	I_3	pS	pB	!, iF, pB l 260 N
186		56 12.4	»	58 40	»	II	eS	eeF	iF
187		56 21.7	»	37 18	+19.4	II	pS	eF	iF, dif, concentrated n
188		56 25.9	»	28 11	»	I_5	eeS	eeF	l 250
189		56 30.0	+2.88	12 14	»	I_5	vS	vF	l 250, dif
190		56 32.0	+2.89	53 16	»	II	cL	vF	!, !, iF, curved, l 360
191		56 33.9	»	41 0	»	II	eeS	eeF	iF, ?
192		56 40.5	»	55 56	»	II	vS	eeF	iF, l 210
193		56 40.7	»	57 27	»	I_3	pS	pF	!, Af 320, pF stell N
194		56 43.1	»	40 25	»	I_1	S	pB	pR, pBN, l Ch 30 & 210
195		56 43.9	+2.88	32 3	»	I_2	L	vF	!, F stell N, F spiral A'
196		56 44.5	+2.89	45 30	»	I_1	S	F	iF, gbM
197		56 46.8	»	46 28	»	II	S	vF	iF, curved l 260
198		56 53.4	»	57 27	»	II_1	—	pF	iF, ○ pFN, ? stell
199		57 2.1	»	58 33	»	II	cL	eeF	iF, diffic
200		57 7.4	»	52 17	»	I_1	—	pF	neb ★

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Classe	Grösse	Hellig-keit	Beschreibung
201		12h 57m 8s.4	+2s.88	60° 17′ 7″	+19″.4	I_1	vS	vF	dif
202		57 9.5	+2.89	44 40	»	I_3	pL	pB	!, 1215, Af, pBlN
203		57 13.7	»	54 16	»	I_1	vS	F	pR, gbM, FN
204		57 33.9	+2.88	38 44	»	II	vS	eF	viF, dif
205		57 40.2	»	39 46	»	II	eS	eeF	iF, dif*)
206		57 41.3	»	50 40	»	II	eeS	vF	iF*)
207		57 43.0	»	25 23	»	III	pS	pB	!, dif*)
208		57 57.7	»	59 24	»	II_1	vS	eeF	iF, vF stell N
209		58 6.6	»	46 27	»	I_3	pS	pF	1220, ? Af*)
210		58 18.7	»	51 38	»	II	vS	F	iF, 1225*)
211		58 21.0	»	55 6	»	?	pL	eeF	*)
212		58 23.2	»	31 2	»	II_1	pS	pB	!, viF, exc stell N*)
213		58 39.4	»	42 4	»	I_5	vS	vF	1235, vnw
214		58 59.1	»	55 59	»	I_3	eS	eeF	1260
215		59 12.5	»	58 29	»	I_1	eS	pF	!, pR, glbM

*) Schwer zu beschreiben, weil zu weit von der Mitte der Platte.

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Classe	Grösse	Hellig-keit	Beschreibung
1		$12^h 34^m 27^s.4$	$+2^s.96$	61° 56′ 29″	+19″.8	I_1	S	eF	viF, dif, lbM
2		34 36.2		11 20	»	I_1	eS	vF	stell N
3		34 37.2	»	44 54	»	II_1	vS	pF	iF, pBN
4		34 48.0	»	8 45	»	I_3	eS	eF	l 260, bi N
5		34 49.1		10 56	»	I_3	vS	vF	l 180, dif, several N'
6		34 49.9	»	12 42	»	I_3	eS	eF	FN, ll, dif
7		34 50.0	»	20 35	»	I_1	vS	vF	bM, p dif
8		34 50.1		54 33	»	I_3	vS	vF	iF, l 230, bM, 61°.223 ⊃ 61°.224
9		34 58.4	»	51 5	»	II	vS	vF	iF, l 240
10		35 1.7	»	36 9	»	I_1	vS	pF	pR, gbM, pFN
11		35 7.0	»	27 39	»	II_1	pS	F	!, l 250, i F, dif, exc N
12		35 7.4	»	39 44	»	I_1	eS	vF	pR, gbM
13		35 10.2	»	36 54	»	II_1	eS	eF	iF, eF exc N
14		35 29.5	»	29 35	»	I_5	vS	vF	ll 250, h
15		35 48.2	»	58 58	»	I_2	S	eF	iF, FN, spiral W'
16		35 55.8	»	55 2	»	II	S	eF	iF, dif, gbM, W 130
17		36 4.0	»	40 10	»	I_5	eeS	eF	l 225
18		36 35.7	+2.95	31 29	»	I_5	S	eF	l 195, h
19		36 53.1	+2.96	47 52	»	I_1	eeS	F	ll N
20		36 54.8	+2.95	42 38	»	II	eS	eeF	iF
21		36 55.1	»	35 23	»	I_2	eS	pB	!, pR, pBN, spiral W'
22		36 55.6	»	43 59	»	I_5	eeS	F	l 215
23		36 57.3	»	35 59	»	II_1	pL	B	!, !, iF, gbM, BlN
24		36 58.0	»	45 6	»	I_1	eS	F	pR, gbM, A nf, 2 fainter Neb' sp
25		37 5.7	»	38 0	»	I_1	eeS	vF	bM, vF ✱ p
26		37 13.1	»	15 59	»	II	vS	eF	dif, att pB ✱, ✱ measured, F ✱ f
27		37 24.7	»	13 4	»	II	vS	eF	iF, att F ✱, ✱ measured
28		37 29.5	»	25 21	»	III	S	eF	dif
29		37 34.4	»	56 31	»	I_1	eS	eF	dif, exc dif N
30		37 38.3	»	49 31	»	II_1	eS	F	iF, lFN, W'
31		37 43.0	»	22 43	»	I_1	vS	vF	p dif, stell N
32		37 43.7	»	51 42	»	I_1	eeS	pB	pBN, A'
33		37 58.6	»	11 21	»	I_1	vS	pF	R, bM
34		38 9.4	»	27 4	»	I_1	vS	F	R, bM
35		38 15.0	»	29 53	»	I_1	vS	eF	R, p dif, bM
36		38 18.4	»	39 44	»	I_1	eeS	F	gbM, pF stell N
37		38 20.3	»	32 26	»	I_3	vS	vF	ll 260, bM
38		38 31.5	»	23 35	»	I_5	vS	vF	l 235, h
39		38 36.4	»	25 27	»	I_1	S	F	dif, vF stell N
40		38 37.9	»	48 53	»	I_1	pL	pF	!, pR, exc vF stell N

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Classe	Grösse	Hellig-keit	Beschreibung
41		$12^h 38^m 39^s.1$	$+2^s.95$	61° 6′ 47″	+19″.8	I_1	eS	vF	p dif, stell N
42		38 43.8	»	32 48	»	I_1	eS	vF	eF stell N
43		39 13.0	»	23 30	»	I_1	eS	F	R, h, stell N
44		39 19.2	»	32 58	»	II_1	S	F	iF, lN 245
45		39 24.1	»	43 45	»	I_1	S	F	neb ✱ with lWn
46		39 25.6	»	28 14	»	I_1	vS	vF	p dif, stell N
47		39 25.7	»	46 24	»	I_1		vF	vF neb ✱
48		39 28.3	»	30 5	»	II_1	S	vF	bM, semicircle, diffic
49		39 29.0	+2.94	11 52	»	I_3	S	pF	!, l 290, ph, eF exc stell N
50		39 29.1	+2.95	34 14	»	I_1	vS	vF	bM, p dif
51		39 37.9	»	43 59	»	II_1	pL	vF	viF
52		39 43.7	+2.94	19 15	»	I_1	vS	vF	O, h
53		39 45.6	»	22 14	»	I_1	vS	vF	bM, p dif, Ch nf
54		39 47.2	+2.95	51 56	»	I_1	eeS	F	pR, bM
55		40 5.6	+2.94	44 57	+19.7	I_3	eS	pB	lN 300, W'
56		40 11.5	»	47 53	»	I_5	eeS	vF	l 230, ph
57		40 12.7	»	46 48	»	I_1	S	vF	dif, vFN
58		40 28.4	»	11 16	»	II_1	vS	eeF	iF, dif, similar Neb n & similar s
59		41 0.6	»	22 38	»	II	eS	eF	iF, ph, l 300, ? bi N, vF ✱ p
60		41 8.9	»	25 14	»	II	vS	eF	iF, ph, similar Neb p
61		41 15.2	»	18 43	»	II	vS	vF	iF, ph, l 215
62		41 21.5	»	51 33	»	I_1	S	pB	!, pR, BN, W'
63		41 28.0	»	39 3	»	I_1			vF neb ✱
64		42 4.4	»	41 49	»	II	pS	eeF	viF, gbM
65		42 4.6	»	37 17	»	I_3	eeS	F	ll 300, eFN
66		42 42.3	»	58 9	»	I_1	S	eeeF	dif, eF stell N
67		42 47.9	+2.93	5 22	»	II	vS	vF	iF, ph, Ch 330
68		42 51.5	»	29 1	»	II	eS	vF	p dif, ph, Ch' sf, pF ✱ sf
69		42 52.7	+2.94	56 35	»	II_1	S	eeF	iF, dif, ee FN
70		42 56.9	»	32 13	»	I_1	eeS	vF	p dif, pB vSN
71		42 57.6	»	40 34	»	II_1	S	F	!, viF, pF stell N, W'
72		43 1.3	»	41 47	»	I_1	eS	vF	pR, gbM
73		43 2.3	»	56 59	»	I_1			pF neb ✱, W'
74		43 33.7	»	54 36	»	II	vS	eeF	viF, dif
75		43 39.4	»	56 58	»	II_1	vS	eF	iF, eF exc N
76		43 40.2	+2.93	50 57	»	II, III	eeS	eeeF	chief of a gr in dif Nebulosity
77	4715	43 51.9	»	29 47	»	I_1	S	pB	!, R, N, Ch'
78		43 52.6	»	10 45	»	I_5	vS	vF	l 285, ph
79		43 52.8	»	50 5	»	II_1	eeS	F	iF, stell N
80		44 5.9	»	9 56	»	I_3	vS	pB	N, l 260, p dif

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Classe	Grösse	Hellig-keit	Beschreibung
81	4721	$12^h 44^m 13^s.9$	$+2^s.93$	$61° 59' 44''$	$+19''.7$	I_2	vS	B	!, !, Af 285, pBN
82	4728	44 22.0	»	53 4	»	I_1	S	B	!, neb ✱, W'
83		44 23.1	»	25 10	»	II	vS	eF	iF, lbM
84		44 31.1	»	50 12	»	I_3	S	vF	vFlN, dif
85		44 31.3	»	53 40	»	I_3	S	vF	!, eeFN, l 225, ? Af, — eeS, eeF Nebsp
86		44 48.4	»	28 41	»	I_1	pS	pB	!, stell N, p dif, W' 205 & 25
87		44 49.5	»	52 7	»	III	L	eeF	dif
88		44 51.2	»	22 21	»	I_5	eS	vF	ll 240, ph
89		44 57.8	»	57 0	»	II	pL	pF	!, !, viF, l 220
90		44 59.9	»	30 53	»	I_4	vS	pB	O, ll 270
91		45 16.1	»	52 33	»	II_1	S	F	!, iF, eFN, A' 180 & 270
92	4745	45 20.5	»	53 54	»	II_1	S	F	viF, pFN, W'
93		45 21.4	»	35 9	»	I_1	eS	eF	bM, ph
94		45 27.6	»	21 52	»	I_1	pS	eF	lbM, lA'
95		45 38.6	»	21 26	»	I_3	vS	pB	ll 310, p dif, stell N
96		46 0.0	»	43 28	+19.6	I_4	eS	pB	O, like ✱, ll 250
97		46 3.8	»	50 33	»	I_1	pS	pF	!, gbM, vFN
98		46 5.5	»	48 8	»	II_1	eS	vF	iF, ll 360, eeFN
99		46 11.0	»	47 12	»	II_1	pL	F	!, !, viF, dif, ll N 240
100		46 11.7	»	58 45	»	II	eeS	eF	iF, l 310, eeF ✱✱ sp, ? Neb
101		46 38.9	+2.92	8 52	»	I_6	S	vF	l 345, v nw, h
102		46 41.3	»	24 50	»	I_2	vS	vF	lbM, l dif, l 240
103		46 43.8	+2.93	55 9	»	I_1			F neb ✱, dif f, W'
104		47 1.8	+2.92	24 40	»	II_1	eS	eF	iF, dif, l 290, vF exc N
105		47 3.8	+2.93	59 28	»	II	pL	eeF	dif, several eeF stell N'
106		47 7.2	+2.92	59 55	»	I_5	L	eeF	l 220, dif, att 61° 105
107		47 22.0	»	2 33	»	I_1	eS	eF	lbM
108		47 24.2	»	27 59	»	II_1	vS	vF	iF, p dif, N
109		47 33.0	»	32 14	»	I_1	eS	pF	neb ✱, Ch' p & f
110		47 43.5	»	33 38	»	II_1	vS	vF	iF, l 240, bM
111		47 49.5	»	8 3	»	I_5	pS	F	l 225, h, nr ✱ 14
112		48 5.9	»	13 44	»	I_1	vS	pF	neb ✱, W', ll 285
113		48 12.5	»	14 43	»	II_1	vS	vF	iF, p dif, bM
114		48 15.5	»	13 53	»	I_3	vS	eF	bM, Af 245
115		48 19.7	»	57 32	»	II	vS	eeF	iF
116		48 28.7	»	41 22	»	II_1	pL	pF	!, !, viF, gbM, v dif p, l 280
117		48 33.5	»	47 45	»	I_1	S	pF	pR, pFN, W', l Ch to F ✱ np
118		48 43.1	»	58 54	»	II_1	eeS	vF	iF, bM
119	4798	48 50.5	»	54 34	»	I_1	S	B	!, !, dif, BN, l A nf
120		48 53.8	+2.91	0 49	»	II_1	eS	eF	iF, p dif, vF stell N

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Classe	Grösse	Hellig-keit	Beschreibung
121		$12^h 49^m 10^s.7$	$+2^s.92$	61° 43′ 37″	+19″.6	I_5	eeS	pB	ll 280, ph
122		49 16.0	+2.91	27 19	»	I_1	S	pF	ph N, dif
123	4805(?)	49 19.5		19 30		I_5	S	eF	ll 270, dif
124		49 20.3	+2.92	45 8	»	I_1		pB	neb ✱, curved nebulosity np
125		49 20.6		31 29	»	I_1	eS	pF	neb ✱, W' p & f
126	4805(?)	49 22.7	+2.91	19 32	»	I_1		eF	neb ✱, att 61°.123
127		49 23.7	+2.92	39 58	»	I_1	S	pB	!, pR, p dif, pBN, W'
128	4807	49 25.0		48 4	»	I_1		pB	!, neb ✱ in eF dif Neb, W'
129		49 25.6	»	39 22		I_1		F	neb ✱, W'
130		49 26.4		45 13	»	I_1	eeS	eF	pR
131		49 26.5		46 43	»	I_1	S	F	bM, v dif
132		49 30.0	+2.91	28 56	»	I_1	vS	eF	dif, FN, Ch sf
133		49 31.5	»	33 20	»	I_1	vS	eF	dif, eF stell N
134		49 34.8	»	29 12	»	I_1	eS	eF	dif, F stell N
135		49 38.3	»	12 29	»	I_3	eS	eF	l 235, nw, ✱ 15 s
136		49 44.5	»	4 2	»	II	S	vF	v nw, l 70, iF
137		49 44.9		34 18	»	II	vS	eF	iF, dif, lbM
138		49 46.1		41 41	»	I_3	eeS	eF	l 335, ? Af, gbM, vFN
139		49 56.2	»	22 3	»	II_1	eS	eF	iF, p dif, eF stell N
140		49 56.8		8 11	»	I_4	eeS	eF	pR, ph
141		49 58.4	»	17 3	»	I_4	eS	eF	pR, dif
142		49 59.4	+2.92	51 11	»	I_1	eeS	F	R, FN, 61°.143 ⊃ 155 ⊃ 142 ⊃ 144
143		50 2.4	+2.91	38 42	»	I_1	vS	pB	!, gbM, R, pBN, l A' f & nf
144		50 2.6	»	40 28	»	II_1	eS	eF	iF, N, pF & nf
145		50 6.0	»	28 45	»	I_4	vS	F	pR, ph, 1 st of 4 np
146		50 6.1		0 43	»	I_1	eS	eF	pR, p dif, vF stell N, Ch'
147		50 7.3	»	9 36	»	I_1	eS	eF	pR, p dif, vF stell N
148	4816	50 8.3	»	34 37	»	I_1	vS	pB	neb ✱, W sf
149		50 13.0	»	52 37	»	I_1	pS	eeF	dif, pF ○ N
150		50 16.0	»	34 17	»	I_1	vS	pB	p dif, stell N
151		50 17.6	»	39 46	»	II	eS	eeF	iF, bM
152		50 22.6	»	35 46	»	I_3	eeS	eF	Af 210
153		50 26.6	»	22 57	»	II	eS	eF	iF, dif, bM
154		50 27.7	»	13 43	»	I_4	vS	vF	dif, chief of a gr
155		50 30.3	»	47 0	»	I_2	vS	pB	!, pR, pBN, spiral A'
156		50 32.0	»	2 53	»	I_3	vS	pF	ell 270, stell N
157	4824	50 32.9	»	53 26	»	I_1		F	neb ✱, lW'
158	4828	50 39.8	»	18 10	»	I_1	vS	pF	pR, pBN
159		50 58.4	»	57 7	»	I_3	eeS	F	l 235, eeF ✱ np
160		51 0.9	»	33 8	»	II	vS	eF	iF, dif, l 200

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Classe	Grösse	Helligkeit	Beschreibung
161		$12^h 51^m 0^s.9$	$+2^s.91$	61° 47′ 52″	+19″.6	I_3	eeS	F	l 210; 61°159 Ↄ 61°161
162		51 7.3	»	55 0	»	I_2		pF	!, neb ✱, neb W′ — 61°162 Ↄ 61°159
163		51 13.7	»	42 21	»	I_1		F	neb ✱, A′ 220; 61°162 Ↄ 61°163 [Ↄ 61°159
164		51 14.4	»	30 43	»	I_5	eS	eF	ll 360, dif
165		51 17.4	»	36 34	»	I_1	eS	vF	gbM, eF stell N
166		51 18.5	»	26 35	»	I_1	vS	eF	pR, lbM
167		51 18.9	»	17 53	»	II	eS	eF	iF, p dif, bM
168		51 20.2	»	33 27	»	II	vS	eF	iF, bM, W 280
169	4839	51 21.0	»	49 33	»	I_3	eL	vB	!,!,!, Af 220 — 61°169 Ↄ 162
170		51 21.4	»	58 7	»	II	vS	eF	viF, dif, bi N, f measured
171		51 21.9	»	55 11	»	I_1	S	F	pR, dif, bM
172		51 22.7	»	46 38	»	I_2	vS	F	bM, pR, W′; 61°172 Ↄ 171, 171 > 172
173		51 25.8	»	8 52	+19.5	I_1	eS	pF	R, bM, Ch 150, v nr ✱ 14
174		51 26.0	»	1 2	»	II	pL	eF	iF, dif, att ✱ 13 p, diffic
175		51 27.1	»	8 10	»	I_3	S	pF	!, ell 155, exc l N, ? Af
176		51 30.4	»	38 10	»	I_1	eS	eF	gbM
177	4840(?)	51 31.5	»	34 19	»	I_3	eS	eF	l 210, ph
178		51 32.1	»	32 39	»	I_1	eS	pF	lbM, F stell N
179	4842	51 32.6	»	49 53	»	II_1	S	pB	!, viF, exc pFN, A′
180		51 32.8	»	50 22	»	I_1	eeS	eF	bM, several W′ f
181		51 33.0	»	34 34	»	I_1	vS	pF	gbM, stell N
182		51 33.7	»	14 53	»	II	eS	eF	iF, dif, vlbM, Ch 315
183		51 36.0	»	38 48	»	II	vS	eF	iF, dif, l 275
184		51 39.7	»	30 20	»	I_1	eS	eF	pR, bM, — several eeF Neb′ between [61°186 & 184
185		51 43.0	»	34 4	»	I_2	vS	vF	!, Af 290
186		51 43.4	»	30 43	»	II	vS	eF	iF, l 210
187		51 44.3	»	29 29	»	I_1	vS	pF	bM, pR
188		51 45.1	»	26 28	»	II_1	vS	pF	iF, l 250, pF stell N, Ch nf
189		51 46.0	»	8 38	»	II_1	vS	pF	iF, dif f, stell N
190		51 47.4	»	35 2	»	II_1	vS	pF	F exc stell N
191		51 47.5	»	26 41	»	I_1	eS	vF	pR, bM, Ch n
192		51 48.8	»	50 13	»	I_1	eeS	eeF	neb ✱
193		51 51.4	+2.90	2 10	»	II	eS	vF	iF, curved, l 245, exc N
194		51 51.8	+2.91	49 58	»	II	S	eeF	iF, dif, 61°180 Ↄ 194
195		51 51.9	»	42 29	»	I_1	eeS	eF	pR, ph
196		51 53.5	»	44 34	»	I_1	S	eeF	dif, ee F stell N
197		51 54.1	»	19 57	»	I_1	eS	eF	pR, bM
198		51 54.7	»	12 56	»	II_1	eS	pF	iF, pB stell N
199		51 55.0	+2.90	3 23	»	I_1	eS	pF	p dif, stell N, Ch′
200		51 55.6	+2.91	15 49	»	II_1	pS	vF	iF, ph, F stell N

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Classe	Grösse	Hellig-keit	Beschreibung
201		$12^h 51^m 58^s.8$	$+2^s.91$	61° 50′ 4″	+19″.5	I_1	S	F	!, pR, dif, FN [betw. 61°202 & 197
202		52 0.3	»	21 16	»	I_1	eS	eF	pR, gbM, — about 15 fainter Neb'
203		52 0.8	»	30 34	»	II_1	vS	pF	iF, p dif, gbM, stell N
204		52 0.8	»	38 31	»	I_2	eeS	eeF	N, l spiral W'
205	4848	52 3.1	+2.90	4 45	»	I_1	vS	pF	gbM, N, pB ✱ att 150
206		52 3.5	»	12 19	»	I_5	eS	eF	ll 200, ph
207		52 7.8	+2.91	52 25	»	I_1	eS	F	pR, gbM, vFN
208		52 8.0	+2.90	13 33	»	I_1	eS	eF	pR, ph, — similar Neb sf att
209		52 9.3	+2.91	53 10	»	I_1		eF	neb ✱
210		52 10.4	»	31 53	»	I_1	eS	vF	pR, bM
211		52 11.3	+2.90	8 31	»	II	vS	vF	iF, p dif, l 235
212		52 11.6	+2.91	39 1	»	I_1	vS	eeF	lbM, dif
213		52 12.5	+2.90	11 56	»	II_1	eS	vF	iF, gbM, pF stell N
214		52 13.6	+2.91	29 54	»	II	vS	eF	iF, lbM, ph
215		52 18.1	+2.90	19 32	»	II	vS	vF	iF, l 295, dif
216	4850	52 19.1	»	21 24	»	II_1	vS	pB	iF, stell N
217	4851	52 19.2	»	10 33	»	II_1	vS	pB	piF, pF stell N, pB A nf
218		52 22.8		11 47	»	II	eS	eF	iF
219		52 25.5	+2.91	45 56	»	I_1	vS	F	pR, gbM, eFN, W np
220		52 27.3	»	34 57	»	I_3	eS	vF	l 240, p dif, N, att Ch p
221		52 27.5	+2.90	18 36	»	I_2	pS	pB	!, pR, pB stell N, 3 spirals 360, 120, 240
222		52 27.6	+2.91	34 19	»	I_2	eS	vF	l 255, p dif, N
223		52 29.0	»	52 8	»	II_1	vS	F	iF, gbM, eFN, — 219 $\supseteq$ 223, 223 > 219
224		52 29.2	+2.90	16 31	»	II_1	eS	eF	iF, glbM, vF stell N
225		52 30.0	+2.91	57 35	»	I_1	S	F	gbM, dif, eeFN, — 225 $\supset$ 235
226		52 30.6	+2.90	13 47	»	I_1	vS	pF	ph, pB l exc l stell N
227	4853	52 32.7	+2.91	43 40	»	I_1		pB	neb ✱
228		52 33.7	+2.90	3 13	»	I_1	eS	eF	pR, gbM
229		52 33.8	»	12 40	»	II_1	vS	pF	iF, ph, pb exc stell N, 3 A'
230		52 34.1		10 29	»	I_3	eS	eF	spindleform 135, ph
231		52 35.6	+2.91	46 47	»	II	pS	F	iF, l 230, dif, dif N
232		52 36.1	»	36 41	»	I_1	eS	eF	pR, gbM, — eF vS Neb np
233		52 37.4	»	43 33	»	I_5	vS	eeF	l 170, dif
234		52 37.7	»	59 0	»	I_1	eS	eeF	dif, eeF exc N, — 234 $\supset$ 62°291
235		52 39.6	»	43 32	»	I_1	vS	vF	gbM, eeF stell N, dif, — 235 $\supseteq$ 234
236	4854	52 45.0	»	39 0	»	I_1	pS	pF	pR, gbM, vFNp
237		52 45.6	»	48 19	»	I_1	eS	eF	!, !, pR, eFN, — l Ch of Neb' att s
238		52 45.8	»	54 41	»	I_4	eeS	eeF	dif
239		52 46.3	+2.90	30 50	»	I_1	vS	pB	pR, bM, W'
240		52 47.5	+2.91	55 49	»	I_1	S	eF	dif, exc vFN, Ch f*)

*) Alle Ketten und Arme gehen, wenn nichts weiteres bemerkt ist, vom Nebel bezw. vom Kern selbst aus.

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Classe	Grösse	Hellig-keit	Beschreibung
241		$12^h 52^m 48^s.2$	$+2^s.90$	61° 14′ 27″	$+19''.5$	I_1	vS	vF	pR, eFN
242		52 48.4	»	32 49	»	I_1		F	neb ✱, W'
243		52 49.6	»	32 23	»	I_3	eS	vF	Af 240, exc stell N, p dif
244		52 50.5	»	4 11	»	II_1	eS	vF	iF, vF stell N, p dif
245		52 50.6	»	30 39	»	I_1	eS	eeF	pR, ph
246		52 51.0	»	11 55	»	I_1	S	vF	dif, F stell N
247		52 52.1	»	12 13	»	I_5	eS	eeF	l 310, — att 61°246
248		52 52.9	»	31 39	»	I_1	eS	eF	pR, p dif, stell N
249		52 53.1	»	21 36	»	I_5	eS	vF	l 260, ph
250		52 53.8	»	29 29	»	I_4	pS	pB	!,!, Af 250, dif p
251		52 54.2	»	8 57	»	I_4	vS	vF	l 225, FN
252		52 54.3	+2.91	43 38	»	II_1	eeS	F	iF, FN, — 252 ⊇ 254 ⊃ 223, 223 > 254
253		52 55.4	+2.90	32 24	»	I_1	eeS	eF	pR, bM
254		52 55.9	+2.91	43 49	»	II_1	eeS	F	iF, FN, att 252
255		52 55.9	+2.90	4 4	»	I_1	eS	pF	pR, p dif, pF stell N, Ch
256		52 57.0	»	23 26	»	I_1	eeS	eeF	bM, p dif
257		52 57.9	»	21 26	»	I_3	eeS	vF	l 245, br, ph
258		52 59.3	»	5 59	»	I_1	S	F	pR, pBN
259	4858	52 59.7	»	12 35	»	I_1	pS	pB	pR, p dif, pBN, Ch 135 & 315
260	4859	52 59.9	»	31 41	»	I_1	vS	vF	pR, bM, N
261		53 0.0	»	27 5	»	I_5	eS	eF	l 220, p dif, ph
262	4860	53 1.4	»	12 5	»	I_1	pS	pB	pR, p dif, pBN, — 262 ⊃ 259
263		53 2.3	»	24 51	»	II_1	eS	vF	iF, p dif, stell N
264		53 3.1	»	40 50	»	I_1	pS	pF	!,!, pR, gbM, dif, pFN, W'
265		53 3.5	+2.91	58 14	»	II	eeS	eF	iF, W'
266		53 3.9	+2.90	19 40	»	II_1	pS	pF	!, iF, exc pBNs, two A' n
267		53 5.1	»	33 25	»	II_1	vS	pF	iF, F stell N
268		53 5.7	»	28 13	»	II_1	vS	pF	iF, p dif, pBN, W'
269		53 5.9	»	32 28	»	II_1	vS	pF	iF, gbM, pBN, Ch' np & sp
270		53 6.6	»	9 41	»	II	eeS	eF	iF, lbM
271		53 7.1	»	17 6	»	II	eeS	eeF	iF, — chief of 4
272		53 7.5	»	27 28	»	I_1	eeS	eeF	gbM
273		53 7.8	»	42 20	»	II_1	S	F	iF, eFN, — 273 ⊃ 265
274		53 10.8	»	33 2	»	II	eS	F	iF, bM, A 65
275	4864	53 11.1	»	20 54	»	II_1	pS	pB	iF, p dif, exc l N 290
276		53 11.1	»	33 3	»	I_4	eeS	F	pR, ph, Ch nf
277		53 11.2	»	17 24	»	I_1	S	eF	gbM, p dif
278		53 11.3	+2.91	55 23	»	I_1	eS	pB	!, pR, pBN, — 278 ⊃ 273
279		53 11.3	+2.90	21 57	»	I_1	pS	pF	pR, p dif, gbM
280		53 11.4	»	28 26	»	II_1	eS	F	iF, p dif, stell N

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Classe	Grösse	Helligkeit	Beschreibung
281		$12^h 53^m 11^s.7$	+2ˢ.90	61° 41′ 26″	+19″.5	II	eS	eeF	iF, — 265 ⊃ 281
282	4867 (?)	53 12.9	»	21 17	»	II_1	S	pB	iF, p dif, exc l N 230, A nf, A np
283		53 15.6	»	27 7	»	I_5	eeS	eeF	l 220, — several eeF Neb' sp
284	4865	53 17.3	»	14 28	»	II_2	vS	pB	!, iF, l 300, B exc stell N
285		53 17.6	»	15 6	»	I_1	S	eeF	pR, p dif, v l gbM
286		53 18.0	»	7 41	»	II	pS	eeeF	iF
287		53 18.1	»	26 21	»	II	pS	vF	iF, p dif, lbM, A sp
288		53 19.8	»	29 12	»	I_3	eeS	F	l 230, bM, nw, ? Af
289		53 20.6	»	25 43	»	II_1	pS	vF	iF, l 235 N
290		53 21.0	»	24 13	»	II	vS	eeF	iF, dif, nf ★ of 292
291		53 21.1	»	8 33	»	II_1	eeS	eF	iF, FN
292	4869	53 21.2	»	24 51	»	II	S	pB	iF, p dif, 3 A', — neb ★ v nr 320
293		53 22.7	»	35 13	»	II_1	eeS	eF	iF, ph, l N 235, A p
294		53 23.2	»	21 26	»	III	vS	eF	iF, dif, A nf, — att 61°295
295		53 23.4	»	21 5	»	III	vS	eF	iF, dif, — att 61°294
296		53 23.5	»	20 28	»	III	eS	eF	iF, bM, dif
297		53 23.8	»	24 40	»	III	vS	eeF	iF, dif
298		53 23.9	»	8 19	»	I_3	eeS	eeF	bi N 245
299		53 24.2	»	2 7	»	I_4	eS	eF	○
300		53 24.6	»	19 13	»	II_1	eeS	eF	iF, ph, ll N, A p
301		53 24.7	»	19 7	»	I_3	eeS	vF	l N 270
302		53 25.2	»	2 32	»	I_4	eS	eeF	○, straight Ch 245
303		53 25.5	»	41 22	»	I_1	eeS	F	pR, eFN, W, — 61°303 ⊃ 61°265
304		53 26.9	»	42 7	»	I_3	eS	pF	!, Af 300, pFN, — 61°304 ⊃ 303
305		53 27.0	»	17 5	»	II	eeS	eeF	iF, bM, ★ BD 28°2171 nf, — Ch of eeF N' np
306		53 27.4	»	28 32	»	II	S	pF	bM, p dif, A' n & s
307		53 27.9	»	26 43	»	I_1	eeS	eeF	pR, lbM
308		53 28.0	»	22 10	»	I_1	S	pF	p dif, E, F stell N, A np
309		53 28.4	»	26 0	»	I_1	eeS	eeF	dif, eeFN
310		53 28.5	»	32 3	»	I_1	eeS	eeF	pR, gbM, p dif
311		53 28.6	»	53 8	»	II_1	S	eF	iF, eFN, — 61°311 ⊃ 265, 61°311 ⊃ 303
312		53 29.0	»	26 27	»	I_1	vS	pF	dif, pBN, — Ch conn 61°312 & 307 sf
313		53 29.5	»	16 42	»	I_1		pB	neb ★, ★ BD 28°2171 nf
314	4871	53 30.7	»	20 30	»	I_2	pS	pB	!, dif, pB stell N, W' p & f
315*)		53 31.8	»	18 53	»	I_4	eeS	eeF	pR, ph
316		53 32.0	»	22 43	»	I_1	vS	pB	dif, pBN, — ? connecting 61°320
317		53 32.0	»	2 28	»	III	pS	eF	iF, dif
318		53 32.7	»	24 35	»	I_1	eeS	eeF	pR, glbM
319		53 33.1	»	18 38	»	I_4	eeS	eeF	pR, ph
320	4872	53 33.8	»	22 0	»	I_1	L	pB	gbM, dif, — eS eF l Neb v nr n

*) Dichteste Gegend.

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Classe	Grösse	Hellig-keit	Beschreibung
321		12h 53m 34s.0	+2s.90	61° 18′ 18″	+19″.5	I$_4$	eeS	eeF	pR, ph
322	4873(?)	53 34.1	»	20 4	»	I$_1$	eeS	eeF	pR, lgbM
323		53 34.6	»	48 0	»	II	eeS	eF	iF, F ✱ nf, — 61°311 Ↄ 323, 61°303 Ↄ 323
324		53 35.5	»	17 53	»	III	eeS	eeF	iF, lbM, dif
325		53 35.6	»	9 33	»	I$_1$	eeS	eeF	pR, lbM
326		53 35.9	»	25 6	»	I$_1$	vS	pF	dif, eF stell N
327		53 36.0	»	18 33	»	II	eS	eeF	iF, dif, lbM, A′
328		53 37.5	»	44 56	»	I$_1$	eS	eF	bM, pF ✱ np, — 61°328 Ↄ 323
329	4874	53 37.6	»	22 18	»	I$_1$	S	eF	!, !, gbM, dif curved W into l comp. of 61°320
330		53 37.7	»	41 42	»	I$_1$	eS	eF	pR, gbM, eFN, — 61°330 = 332
331		53 38.0	»	28 14	»	I$_1$	eS	eeF	gbM, eF stell N
332		53 38.2	»	44 26	»	II	eS	eF	iF, Z 290, — 61°328 Ↄ 332
333		53 38.5	»	21 27	»	II$_1$	eeS	eF	iF, p dif, gbM
334		53 38.9	»	21 6	»	I$_5$	eeS	eeF	ll 255
335		53 39.1	»	39 56	»	I$_1$	eS	eeF	lbM, dif, — 61°330 Ↄ 335
336		53 39.4	»	21 41	»	II	eeS	eeF	iF, dif
337		53 39.6	»	19 23	»	II	eS	eF	iF, bM
338	4875	53 40.0	»	24 2	»	II$_1$	pS	F	iF, dif, eFN
339		53 40.1	»	28 2	»	I$_1$	eS	eeF	gbM, eF stell N
340		53 41.7	»	19 49	»	II	eS	vF	iF, bM, A′ n & s
341		53 41.7	»	27 27	»	I$_1$	eS	eeF	gbM, eF stell N
342		53 42.0	»	22 4	»	I$_1$		eeF	neb ✱ in dif nebulosity
343		53 42.2	»	24 48	»	I$_1$	vS	F	pR, p dif, pF stell N
344		53 43.9	»	28 5	»	I$_1$	S	F	gbM, exc F stell N
345		53 44.7	»	36 56	»	I$_3$	pL	F	Af 310, FN
346		53 44.8	»	21 7	»	I$_1$		F	neb ✱ in dif nebulosity, — eeF l Neb n
347		53 45.0	»	39 39	»	I$_2$	eeS	eF	pR, eeFN, W′, — 61°347 Ↄ 330
348		53 45.5	»	11 45	»	II	eeS	eeF	viF
349		53 46.6	»	20 38	»	I$_1$		eF	neb ✱, Ch nf
350		53 46.8	»	15 35	»	I$_1$	eS	pF	p dif, eF stell N
351		53 47.6	»	49 39	»	I$_1$	vS	eF	pR, gbM, eFN, — 61°351 Ↄ 347
352		53 48.1	»	57 2	»	II	S	eeeF	iF, dif, l
353		53 48.2	»	10 53	»	II	eeS	eeF	iF
354	4876	53 48.5	»	24 2	»	III	pS	eeF	dif
355		53 50.5	»	25 37	»	I$_5$	eeS	pF	ll N 220
356		53 53.1	»	11 49	»	II$_1$	eS	F	iF, F stell N
357		53 53.5	»	45 19	»	I$_1$	eeS	vF	pR, gbM
358		53 53.7	»	25 29	»	I$_5$	eeS	eeF	ll 245
359	4883(?)	53 53.9	»	17 28	»	II$_1$	S	pB	iF, dif, exc N, A sp
360		53 54.7	»	23 42	»	II	S	eeF	iF, dif, — 61°360 Ↄ 363 Ↄ 366

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Classe	Grösse	Hellig-keit	Beschreibung
361		12h 53m 55s.1	+2s.90	61° 15′ 34″	+19″.5	I_1	eeS	vF	pR, bM
362		53 55.2	»	53 49	»	I_1	vS	eF	pR, gbM, FN, A'
363		53 55.4	»	22 56	»	II	eS	eeF	iF, dif
364		53 55.5	»	29 7	»	II	S	eeF	iF
365	4881	53 55.9	»	4 44	»	I_1	pS	pF	!, pR, gbM, Ch 260
366		53 56.9	»	23 8	»	II	eeS	eeF	iF, dif
367		53 56.9	»	6 28	»	I_3	eeS	F	bM, l 220, ? Af
368	4882	53 57.3	»	19 26	»	II_1	eeS	pF	iF, exc pFN
369		53 57.8	»	46 13	»	III	L	eF	
370		54 0.8	»	5 8	»	I_3	eeS	vF	lbM, ll
371	4886	54 2.3	»	20 16	»	II_1	vS	pB	iF, pB stell N
372		54 2.5	»	15 49	»	II	eeS	eeF	iF, ll
373		54 3.0	»	31 4	»	I_1	vS	F	pR, gbM, ✱ 13 nf
374		54 3.2	»	18 5	»	II	vS	eeF	iF, dif, trifid
375		54 3.9	»	33 1	»	I_5	eS	F	ll, A sf, — similar v nr s
376		54 3.9	»	20 50	»	I_1	vS	F	pR, p dif, gbM, connected 61°381
377		54 3.9	»	38 26	»	I_1	vS	vF	pR, gbM, — 61°347 ⊇ 377
378		54 4.0	»	19 18	»	II	vS	vF	iF, bM
379		54 4.2	»	53 7	»	I_1	eS	pF	!, pR, pFN, lW nf, — 61°278 ⊃ 379 [⊃ 303
380		54 4.2	»	13 50	»	II	eeS	eeF	iF
381	4889	54 6.0	»	20 55	»	II_1	pL	B	!, !, iF, p dif, curved l 270, BN, — [61°381 conn 376
382		54 6.1	»	14 51	»	I_1	eS	pF	pR, F stell N
383		54 6.6	»	27 32	»	I_1		F	neb ✱, ? Af
384		54 6.7	»	10 1	»	II	eeS	eeF	iF, vlbM
385		54 7.0	»	9 18	»	I_3	vS	F	bi N 250, — 2 iF fainter p
386		54 8.1	»	27 41	»	I_1	eS	F	pR, gbM
387		54 8.3	»	11 15	»	II	vS	eeF	iF, lbM
388		54 8.3	»	43 49	»	II	eS	eeF	viF, l 300
389		54 8.9	»	18 28	»	II	eS	eeF	iF, dif, ll 210
390		54 10.0	»	32 43	»	II	S	vF	viF, dif
391		54 11.4	»	15 0	»	II_1	eS	F	iF, l 310, F stell lN
392		54 12.8	»	17 4	»	I_5	eS	pF	O, ll 260
393		54 13.5	»	14 7	»	II_1	eS	eeF	iF, eF stell N, eeF ✱ f
394		54 14.1	»	34 43	»	II	S	eF	iF, dif
395		54 14.3	»	8 8	»	I_1	eS	eeeF	pR, gbM
396		54 14.6	»	21 30	»	II_1	eS	pF	iF, curved, lN
397		54 15.0	»	15 42	»	I_3	eS	vF	l 290, ? Af
398		54 15.8	»	56 20	»	I_4	pS	pF	!, !, pR, pb, W'
399	4894	54 15.8	»	22 13	»	I_1	S	pB	!, gbM, pBN
400	4895	54 16.1	»	7 25	»	I_3	pS	B	!, l 315, pB exc N

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Classe	Grösse	Hellig-keit	Beschreibung
401		12h 54m 16s.2	+2s.90	61° 30′ 35″	+19″.5	II	vS	eeF	iF, dif
402	4898	54 16.6	»	23 16	»	II	eS	vF	iF, vF ✱ att
403		54 16.7	»	15 56	»	II	eeS	eeF	iF
404		54 17.0	»	10 13	»	II	S	eeF	viF, ∽form, diffic
405		54 17.1	»	46 21	»	II_1	S	eF	iF, dif, eFN, — 61°405 Ↄ 417
406		54 17.4	»	56 47	»	I_1		pF	!, neb ✱, W, conn 61°398
407		54 18.5	»	6 17	»	I_3	eeS	eeF	ll 250, — similar fainter n
408		54 19.4	»	50 51	»	I_1	eeS	eeeF	chief of l curved Ch eeeF Neb'
409		54 20.3	»	16 44	»	II_1	eS	pF	iF, ll stell N
410		54 20.3	»	4 41	»	II_1	eeS	eeF	viF, eeFN
411		54 21.2	»	36 22	»	II	pL	eF	iF, dif
412		54 24.7	»	48 38	»	II	eS	eF	viF, bM, — 61°405 Ↄ 412
413		54 25.8	»	24 56	»	I_3	vS	pF	ll, gbM, F ✱ n
414		54 26.2	»	22 13	»	II_1	eS	eeF	iF, eeF exc N
415		54 26.6	»	21 15	»	II	vS	eeF	viF, l 310, eeF ✱ att nf ?
416		54 27.0	»	51 32	»	I_1		eF	neb ✱, ll 260, — 61°416 = 417, 61°416 Ↄ 420
417		54 27.2	»	48 41	»	II	eS	eF	iF, bM, — 61°412 Ↄ 417
418		54 28.0	»	13 2	»	II_1	S	pB	iF, pBl N 250
419		54 28.7	»	9 55	»	I_3	eeS	eeeF	bi N
420		54 31.4	»	49 21	»	II	eS	eF	iF, bM, lW 270, — 61°420 > 416, 61°416 Ↄ 420
421		54 31.6	»	41 18	»	II_1	S	F	!, iF, bM, pF dif N, — 61°421 Ↄ 424
422		54 32.4	»	1 26	»	II	eeS	eeF	iF
423		54 32.5	»	13 4	»	II_1	eS	F	iF, pBl 250 N
424		54 33.8	»	45 7	»	II	S	vF	!, iF, l 230, Z, — F ✱ sf
425		54 34.2	»	12 45	»	II	eS	eF	iF, dif, l 330
426		54 34.2	»	10 49	»	I_1	eeS	F	pR, gbM, eeF stell N
427		54 35.4	»	11 9	»	II_1	eeS	F	iF, pF stell N
428		54 36.3	»	16 5	»	I_3	pL	B	!, !, Af 340, gbM
429	4906	54 37.7	»	24 8	»	I_3	pS	pB	!, gbM, ll 360, pBN, — ✱ 15 p
430		54 38.7	»	19 44	»	II_1	pS	pB	!, iF, gbM, lN 280, — 61°434 Ↄ 430 Ↄ 435
431		54 38.8	»	22 21	»	I_3	vS	pB	gbM, ll 270, pBN, — 61°429 Ↄ 431
432		54 39.0	»	25 52	»	I_1	vS	F	pR, ph, chief of gr of fainter Neb'
433		54 39.2	»	31 20	»	II_1		F	✱, A' sf
434		54 40.7	»	21 20	»	I_3	S	pB	gbM, pBN, ? Af, l 240
435		54 40.9	»	21 48	»	I_2	vS	eF	lbM, spiral
436		54 42.7	»	37 2	»	I_1	vS	pB	pR, gbM
437		54 43.0	»	13 32	»	II	vS	eF	iF, l 310
438		54 45.1	»	24 17	»	I_3	eeS	vF	Af 235, — 61°438 Ↄ 442
439		54 47.1	»	14 9	»	I_3	S	pF	ll, dif, B neb N, l 260
440	4907	54 47.3	»	10 4	»	I_3	pL	B	!, !, !, gbM, Af 200, — 61°440 Ↄ 428, 61°440 > 428

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Classe	Grösse	Hellig-keit	Beschreibung
441		$12^h 54^m 47^s.9$	$+2^s.90$	61° 55′ 15″	+19″.5	I_2	pS	pF	!, pR, eFN, W', — 61°398 ⊃ 441
442		54 49.0	»	25 55	»	I_3	eeS	eF	Af 235
443	4908	54 49.9	»	17 1	»	I_1	S	pB	gbM, stell N
444		54 50.5	+2.89	0 44	»	II	vS	F	iF, ll 240, W'
445		54 50.7	+2.90	48 6	»	II	S	eeF	viF
446		54 51.7	»	21 22	»	I_1	eS	eeF	gbM
447		54 52.0	»	32 36	»	I_4	pS	pB	pR, ph
448		54 52.5	»	29 5	»	I_1	eeS	eeF	gbM
449		54 52.5	»	19 6	»	I_1	pS	B	!, dif, LBN
450		54 53.8	»	21 44	»	I_4	eeS	pF	R, ph, — neb ✱ 16 n
451	4911	54 54.0	»	32 9	»	II_1	pL	vB	!, iF, gbM, pB l exc N
452		54 57.3	»	25 37	»	II_1	S	pB	!, iF, pB stell N
453		54 58.4	»	25 5	»	I_5	S	vF	l 235, nw, lA 55
454		55 0.9	»	49 15	»	II	eS	eeF	iF, conn F ✱ nf
455		55 3.2	»	25 48	»	I_1		pF	neb ✱
456		55 3.6	+2.89	0 38	»	II	eeS	eeeF	iF
457		55 4.0	+2.90	28 54	»	II_1	eS	eF	iF, FN
458		55 4.1	»	55 48	»	II	vS	eF	iF, p dif
459		55 5.5	+2.89	1 52	»	II	eS	eeF	iF, bM
460		55 7.2	+2.90	30 30	»	II_1	eS	F	iF, F stell N
461		55 8.4	»	26 5	»	I_1		vF	neb ✱, W'
462		55 8.6	»	31 26	»	I_5	eS	eF	l 300, — F ✱ np
463		55 10.4	»	17 6	»	II	pS	eeeF	iF
464		55 10.5	»	43 19	»	II_1	eS	eeF	iF, pRN
465		55 10.8	»	31 48	»	II	eS	eeF	iF, bM
466		55 11.7	»	26 33	»	I_1		pF	neb ✱
467		55 14.1	»	49 11	»	I_1	S	eeF	gbM, dif, vlWf
468	4919	55 15.8	»	31 3	»	II_1	pL	pB	iF, dif, pF exc stell N
469		55 19.9	»	18 45	»	I_4	vS	pB	? O, ph
470		55 20.1	»	24 38	»	II	eeS	eF	iF
471		55 20.6	»	29 11	»	I_4	S	pF	R, O, W'
472		55 21.7	+2.89	7 55	»	I_3	pS	vF	ll N 290, Anp
473		55 23.3	+2.90	43 27	»	I_1	eS	eF	pR, gbM, — 61°473 ⊃ 464
474		55 24.3	+2.89	17 38	»	I_1	eeS	vF	pR, F stell N
475	4921	55 24.3	+2.90	26 25	»	II_1	S	pB	!, iF, p dif, pFN
476		55 25.8	+2.89	19 40	»	II_1	vS	eeF	iF, l 270, eeFN
477	4923	55 29.9	+2.90	28 47	»	II_1	S	pB	!, iF, p dif, pBRN, — 61°477 ⊃ 475
478		55 33.8	+2.89	9 23	»	I_1	S	eeF	pR, gbM, eeFN
479		55 34.0	+2.90	35 14	»	I_1	S	eeF	lgbM, — ✱ 16 n
480		55 34.3	»	49 26	»	I_2		vF	!, neb ✱, spiral W'

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Classe	Grösse	Hellig-keit	Beschreibung
481		$12^h 55^m 35^s.9$	$+2^s.89$	61° 0′ 15″	$+19''.5$	I_1	pS	pB	pR, ph, pBN
482		55 38.0	»	4 53	»	II	eeS	eeeF	iF, l 330
483		55 38.4	+2.90	44 54	»	I_1, III	eeS	eeF	dif, eeeFN, — in gr of eeF Neb'
484		55 39.3	»	45 25	»	II	eS	eeF	iF, dif, — same gr as 61°483
485		55 40.1	»	52 40	»	I_1		eF	neb ✱, W', — 61°480 Ↄ 485
486		55 41.2	»	34 43	»	II	eeS	eeF	iF
487		55 44.4	»	58 21	»	I_1	S	vF	dif, vFN, lWsf
488		55 46.2	+2.89	13 57	»	II_1	vS	F	iF, pBN, W' p & f
489		55 47.2	+2.90	43 24	»	I_1	pS	eF	dif, eF stell N, — 61°485 Ↄ 489
490		55 47.6	+2.89	9 14	»	I_1	vS	pB	!, pR, pBN, W sf
491		55 47.6	»	19 46	»	II	pL	eeeF	viF, dif, lbM
492		55 48.8	»	26 0	»	II_1	vS	pF	!, iF, pFN, W' 295 & 100
493	4926	55 52.7	+2.90	42 11	»	I_2	pS	B	!, !, BN, dif A, lWf, — 61°493 Ↄ 503
494		55 53.4	»	57 59	»	I_1	S	eeF	lbM, dif
495	4927	55 56.1	+2.89	19 18	»	II_1	pS	B	!, iF, BN, W', — F ✱ nf
496		55 58.7	»	1 19	»	II	S	eeeF	iF, l 120, conn 61°501
497		55 58.8	»	32 42	»	II_1	vS	pF	viF, l 255, pFlN
498		56 1.0	»	33 9	»	I_1	eeeS	pF	O, — eF ✱ sp
499		56 2.0	»	5 22	»	I_1	S	pF	pR, pF stell N
500		56 3.2	»	18 57	»	I_2			neb ✱, vF spiral W', — B ✱ np
501		56 4.7	»	2 3	»	I_1	eeS	eeeF	61°501 ? conn 496
502		56 4.9	»	22 54	»	I_1	vS	vF	pR, FN
503		56 6.7	+2.90	40 45	»	I_2	pL	B	!, !, BN, vlpB dif W', — 61°493 Ↄ 503
504		56 8.0	+2.89	18 38	»	II_1	vS	F	iF, pFN
505		56 8.8	»	8 4	»	II_1	eeS	eF	l 100, lbM, — chief of a Ch O Neb'
506		56 9.4	+2.90	45 21	»	II	eeS	eeF	iF
507		56 10.9	»	50 14	»	II_1		eF	✱ with viF nebulosity n & f
508		56 11.1	+2.89	9 21	»	II	pS	F	!, iF, ph
509		56 12.1	»	6 47	»	I_1	pS	pB	!, pR, bM
510		56 13.5	+2.90	44 43	»	II	eeS	eeF	iF
511		56 14.2	+2.89	13 39	»	II	pL	F	viF, dif
512		56 17.2	»	6 8	»	II_1	vS	pF	iF, vF stell N
513		56 18.0	»	20 27	»	I_1	L	vF	pR, ph, F stell N
514		56 19.7	»	0 50	+19.4	II	S	eF	!, pl 240, conn eF ✱ with nf ✱ 14, [traversing
515		56 19.8	+2.90	49 31	»	II	eS	eeeF	iF
516		56 20.7	+2.89	19 52	»	I_1	S	vF	pR, ph, eFN
517		56 20.8	»	5 52	»	I_2	S	pB	!, iF, pBN, 2 A' np & nf — 61°517 ? [conn 518
518		56 20.9	»	4 21	»	I_1	S	pF	!, iF, RN, — FR Neb v nr sp
519		56 24.0	»	41 45	»	I_1	S	eeF	dif, eFN
520		56 28.6	»	0 14	»	I_1	eeS	eeF	gbM, — conn with 61°514 & its ✱ 14

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Classe	Grösse	Hellig-keit	Beschreibung
521		$12^h 56^m 30^s.3$	+2.89	61° 3′ 58″	+19.4	I_3	eeS	eeF	gbM, pR, ? Af, A'
522		56 30.3	»	4 25	»	II	vl	eF	curved, W, diffic
523		56 31.9	»	30 12	»	II	vS	eeF	iF, l 260
524		56 33.4	+2.90	58 20	»	II	S	eeF	iF, dif
525		56 33.7	+2.89	22 42	»	II_1	pS	F	viF, exc FN
526		56 33.8	+2.90	53 21	»	III	pS	eF	v dif
527		56 37.8	+2.89	36 17	»	II	L	eeeF	iF, diffic
528		56 37.8	»	12 50	»	I_1	pS	pF	!, pR, gbM, W'
529		56 37.8	»	29 59	»	II_1	S	vF	!, viF, vlN, l curved Ch sf
530		56 43.3	»	5 10	»	II_1	eeS	vF	iF, vF stell N
531	4929	56 43.9	»	17 0	»	I_1	S	pF	!, pR, gbM
532		56 46.2	»	9 15	»	I_3	eeS	vF	l 280, vFN, vl Ch p
533		56 48.8	»	0 26	»	I_3	eS	pF	ll, pBN
534		56 49.5	»	29 29	»	II	eS	vF	iF, l 290
535		56 51.1	»	49 54	»	I_2		vF	neb ✱, — B ✱ v nr sp
536		56 51.5	»	14 17	»	II	eeS	eeF	iF
537		56 51.7	»	27 40	»	I_1	S	pF	!, pR, pFN, W s
538		56 52.1	»	48 37	»	I_4	S	eF	dif, — chief of a gr of dif Neb'
539		56 55.0	»	15 28	»	I_1	S	F	pR, gbM, ? bi N
540		56 56.7	+2.90	58 40	»	I_1	eS	pF	pR, gbM
541		56 59.0	+2.89	3 16	»	II	eS	eeeF	iF, lbM
542	4931	57 0.2	»	17 48	»	I_2	pL	B	!, !, iF, ? spiral, BN
543		57 3.3	»	24 42	»	II	S	eF	iF, l 210
544		57 3.6	»	32 39	»	I_3	vS	F	l 115, gbM, dif
545		57 3.7	»	27 55	»	I_1	S	eeF	pR
546		57 5.6	»	29 4	»	II	S	eeF	iF, lbM
547		57 8.6	»	30 28	»	II	eeS	eeF	iF
548		57 8.7	»	31 24	»	II	S	eeF	iF, lbM
549		57 10.9	»	56 45	»	II	eeS	eeF	iF
550		57 12.1	»	9 23	»	I_5	vS	eeF	l 245
551		57 12.4	»	57 30	»	II	eeS	eeF	iF
552		57 12.6	»	8 34	»	II	eS	eF	iF, bM
553		57 14.3	»	6 23	»	I_3	eS	F	ll 240, FN
554		57 15.3	»	46 10	»	II_1	eS	eF	!, iF, dif, lN 215
555	4934	57 15.6	»	17 53	»	I_3	pS	pF	!, !, Af 285, — several eeF Neb' f
556		57 15.6	»	59 50	»	II_1	S	pF	!, !, viF, dif, eF exc N
557		57 17.4	»	16 7	»	I_3	eeS	F	ll 290, bM, ? Af
558		57 21.2	»	1 11	»	II	pS	eeF	iF, ph
559		57 21.3	»	50 38	»	I_3	eS	pF	pR, ll N 295
560		57 22.2	»	23 31	»	I_5	eeS	F	l 280

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Classe	Grösse	Hellig-keit	Beschreibung
561		$12^h 57^m 23^s.0$	$+2^s.89$	61° 3′ 5″	$+19''.4$	II	S	eeF	iF, — vF ✱ np
562		57 23.3	»	32 42	»	I_1	eeS	F	pR, gbM
563		57 23.9	»	22 58	»	II_1	eeS	F	iF, vF stell N
564		57 24.6	»	18 53	»	II	pS	eeF	viF, ph
565		57 25.1	»	1 26	»	I_1		vF	neb ✱
566		57 26.5	»	26 1	»	I_5	eeS	F	l 230, — neb ✱ v nr s
567		57 27.6	»	21 18	»	I_3	pS	vF	vl, bM
568		57 29.3	»	6 26	»	I_1	eeS	F	pR, gbM, FN
569		57 30.4	»	14 7	»	II	pL	vF	viF
570		57 36.0	»	31 19	»	II	S	eeeF	viF, W np
571		57 37.4	»	2 4	»	II_1	pL	vF	iF, pBN [61°572 into BD 28°2176
572		57 39.1	»	45 0	»	I_1	eeS	eF	!,!,!, gbM, eeFN, — curved Ch from
573		57 40.3	»	46 27	»	I_1	eS	eeF	bM, dif, conn 61°572, — 61°572
574		57 40.4	»	42 39	»	I_5	eS	eeF	l 195, dif [⊃ 573 ⊃ 574
575	4943	57 44.6	»	14 42	»	I_1	pS	F	pR, pFN, W'
576		57 45.1	»	6 39	»	I_1	pS	vF	dif, pF stell N
577		57 45.5	»	30 32	»	I_3	eeS	F	gbM, llFN
578		57 45.7	»	47 26	»	I_3	eS	eeF	bM, l 295, dif, — 61°578 ⊇ 572
579		57 46.1	»	29 2	»	I_2		pF	!, neb ✱, spiral W'
580	4944	57 49.6	»	8 34	»	I_3	pL	B	!,!,!, BN, ? Af 265
581		57 49.7	»	16 23	»	II	pL	eeF	iF, l 360, curved, dif
582		57 50.2	»	20 27	»	I_1	pL	F	!, pR, ph pF stell N
583		57 52.0	»	9 59	»	II_1	pL	F	iF, exc stell N, W'
584		57 52.4	»	53 38	»	I_4	vS	vF	pR, gbM, dif, — pF ✱ nf
585		57 53.5	»	51 41	»	I_5	S	eeeF	l 220, dif, — 61°574 ⊃ 585
586		57 53.8	»	25 42	»	I_4	vS	eeeF	vlbM, dif, — one similar sp
587		57 54.0	+2.88	1 8	»	II	vS	eeF	iF
588		57 54.4	+2.89	8 26	»	II	eeS	F	iF, several vFN', ? Cl, — vF ✱ sp
589		57 55.0	»	19 36	»	II	eS	eeF	viF
590		57 58.2	»	17 57	»	II	S	eeeF	iF
591		57 59.2	»	42 21	»	I_3	S	pF	l 330, dif, pFN
592		57 59.5	»	30 22	»	I_3	eS	vF	l 225, spindle
593		58 3.9	»	34 57	»	I_1	eeS	vF	gbM
594		58 4.2	»	28 43	»	II	S	eeeF	viF, l 230, dif
595		58 6.1	»	25 57	»	II	S	F	!, iF, dif
596		58 7.8	»	21 56	»	I_4	eS	eF	
597		58 7.8	+2.88	6 24	»	I_1	eS	F	pR, ○ N, W sf
598		58 9.4	+2.89	59 0	»	I_1	vS	eF	liF, gbM, dif
599		58 9.8	+2.88	0 49	»	II	vS	eeF	iF, l
600		58 10.0	»	4 51	»	I_2	S	pF	!, pR, gbM, W'

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Classe	Grösse	Hellig-keit	Beschreibung
601		$12^h 58^m 10^s.6$	$+2^s.89$	61° 50′ 19″	$+19''.4$	II	vS	eF	iF, bM, dif, lA 50 & 230
602		58 10.7	+2.88	2 37	»	I_1	eeS	eeF	pR
603		58 12.6	»	8 10	»	II_1	pS	F	!,!, viF, vF exc N
604		58 16.0	+2.89	21 28	»	II_1		F	✱ with vl eF neb A 45
605		58 17.0	»	16 26	»	II	vS	F	iF, dif, ll N 240
606		58 17.8	»	28 41	»	I_1	eeS	eeeF	gbM, dif
607		58 19.1	»	17 42	»	II	eeS	eeeF	iF, lbM
608		58 21.9	»	24 43	»	I_1		F	neb ✱, A 90
609		58 26.6	»	28 55	»	I_3	S	eeF	ll 90, gbM, vFN
610		58 33.3	»	49 48	»	II	vS	eF	ll 210, eF ✱ p, ? conn
611		58 36.9	»	59 8	»	II	eeS	vF	!,!,!,!, ll 260, intersection of 2 l curved [Ch'
612		58 52.9	»	41 58	»	II_1	S	eF	dif, exc eFN
613		58 59.3	»	50 36	»	I_1	S	pF	p dif, eFN
614		59 1.3	»	55 34	»	II_1	vS	vF	!,!, dif, exc eeFN, Ch s
615		59 1.4	+2.88	4 30	»	II	eS	eeF	iF, l 270, bM
616		59 3.7	+2.89	41 20	»	II	eeS	eeF	iF
617		59 8.2	»	49 3	»	I_4	eS	eeF	!, pR, p dif, — Ch of eeF Neb' sf
618	4957	59 12.3	»	45 37	»	I_2	pL	B	!,!, dif, BN, A'*)
619	4961	59 47.4	+2.88	35 48	»	I_2	pL	vB	!,!,!, BN, spiral
620		59 49.2	»	45 44	»	II	S	F	!,!, viF, p dif, Ch to vF ✱ sp
621		59 53.1	»	46 41	»	I_1	S	F	bM, dif, Ch sf
622		13 0 8.2	»	39 45	»	I_1	S	F	pR, dif, F stell N

*) Diese Gegend besonders nach NW voll von interessanten Ketten.

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Classe	Grösse	Hellig-keit	Beschreibung
1		$12^h 34^m 10^s.0$	$+2^s.07$	62° 46′ 20″	+19″.8	II	S	vF	iF
2		34 15.5	–	47 14	–	II_1	pL	F	iF, gbM
3		34 16.3	–	54 55	»	II	pL	F	viF, l 300, Ch f
4		34 26.4		48 36	»	II	pL	F	viF
5		34 28.7		47 12	»	I_3	pL	F	pR, ll 270, stell N
6		34 38.5	–	50 18	»	II	eS	vF	iF
7		34 39.8	+2.96	2 33	»	II_1	eS	eF	iF, ll 270, lbM
8		34 42.4	+2.97	54 17	»	I_1	S	F	dif, — vF ✱ att s
9		34 43.3	»	35 7	»	I_1	pS	B	!, pR, gbM, BN
10		34 47.0	+2.96	24 19	»	II	S	F	iF, dif
11		34 51.6	+2.97	39 53	»	I_3	vS	pF	l 220, pFN
12		34 56.0	+2.96	12 45	»	II	pL	eF	viF, dif
13		35 4.5		34 40	»	II_1	pL	F	iF, glbM, p dif, pF ○ N
14		35 12.8	–	47 40	»	II	eS	vF	iF, bM
15		35 15.8		51 37	»	I_1	eS	eeF	? annular
16		35 25.1		42 47	»	I_1	eeS	vF	neb ✱, Ch 230
17		35 25.3	»	39 55	»	II	eeS	eF	iF, l 300, bM, dif, — B ✱ np
18		35 25.4	»	39 8	»	II	eeS	eF	iF, bM, dif, — B ✱ p
19		35 27.5	»	42 26	»	II	pS	eF	viF, dif
20		35 31.0	»	53 32	»	I_1	eeS	vF	bM
21		35 36.7	»	50 48	»	I_3	eeS	eF	l 210, bM
22		35 38.4	»	49 28	»	II	eeS	eF	dif f
23		35 42.1	»	50 9	»	I_1	eeS	F	pFN, Ch' conn 62°25, 23, 22 & 21
24		35 42.3	»	8 51	»	I_1	eeS	eF	R
25		35 44.8	»	49 15	»	I_1	eeS	vF	bM
26		35 47.3	»	20 37	»	I_3	eS	pF	pR, ll 240, gbM, pBN
27		35 49.8	»	17 26	»	I_3	eS	pF	pR, ll 205, gbM, pBN
28		35 49.8	»	9 12	»	I_1	S	F	pR, l exc stell N
29		35 57.8	»	19 14	»	II_1	eeS	vF	iF, l 210, gbM, vFN
30		36 2.1	»	35 4	»	II	S	eF	iF, lbM, dif
31		36 8.1	»	9 41	»	II_1	eeS	eeF	iF, eeFN
32		36 9.1		7 4	»	II	eeS	F	iF, bM
33		36 11.6	»	7 43	»	I_3	eS	vF	l 180, dif, vF stell N, ? Af
34		36 16.3	»	45 8	»	III	pL	eeeF	dif
35		36 25.7	»	21 44	»	I_1	vS	F	pR, F stell N
36		36 29.0	»	14 20	»	I_2	S	pB	!, neb✱. W', — dif nebulosity to pB✱n
37		36 35.6	»	2 56	»	I_2	eS	pB	!, pR, gbM, A' 65 & 245
38		36 36.4	»	1 11	»	II_1	eeS	eF	iF, eF stell N
39		36 36.7	–	11 47	»	II_1	pS	pF	!, iF, ph, pFN
40		36 38.3	»	2 33	»	II	S	vF	!, l 230, v nw, curved

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Classe	Grösse	Hellig-keit	Beschreibung
41		12ʰ 36ᵐ 38ˢ.7	+2ˢ.96	62° 42′ 13″	+19″.8	III	L	eF	!, dif, conn pB ✱ nf
42		36 39.7	»	40 25	»	II_1	S	pB	iF, pB l 250 N, — nebulosity conn pB [✱ sf
43		36 43.9	»	16 15	»	II_1	eS	F	iF, eF stell N
44		36 54.7	»	0 37	»	II_1	eeS	F	iF, F stell N
45		36 56.3	»	2 11	»	I_1	eeS	pF	pR, bM
46		36 56.4	»	44 10	»	I_5	vl	vF	v nw, l 310
47		37 7.0	»	13 44	»	I_3	eS	eF	!, l 160, ? Af, FN
48		37 7.5	»	42 11	»	II_1	eS	eF	iF, eFN
49		37 8.6	»	44 0	»	I_1	S	eF	gbM, dif
50		37 9.9	»	13 46	»	II	eS	eeeF	iF, l 190
51		37 15.4	+2.95	0 7	»	I_1		vF	neb ✱
52		37 23.3	+2.96	7 44	»	II	eL	eF	iF, conn 3 ✱', np neb ✱ measured
53		37 26.9	»	27 24	»	I_1	eeS	F	pR, gbM
54		37 32.2	»	19 56	»	I_2	eS	pF	pR, gbM, W', — 62°54 Ↄ 53
55		37 34.2	+2.95	11 37	»	II_1	eeS	eeF	iF, bM
56		37 38.8	»	11 33	»	I_3	eeS	eeeF	bi N
57		37 39.3	»	1 49	»	I_2	eeS	F	pR, bM, W'
58		37 41.4	»	3 42	»	II_1	pS	F	dif, N n
59		37 42.0	»	1 4	»	II_1	eeS	F	iF, l 250, pF stell N
60		37 43.7	+2.96	58 43	»	I_1	S	pF	iF, pR, pFN
61		37 43.9	+2.95	17 18	»	I_2	eS	pB	!, pR, W', — 62°61 ✱ 54
62		37 44.7	+2.96	27 7	»	I_1	S	pB	pR, gbM, dif, F neb ✱ n, — 62°62 [Ↄ 54 Ↄ 53
63		37 48.3	+2.95	11 4	»	II_1	pS	F	viF, pF stell N
64		37 49.1	»	15 51	»	II	pL	eeF	dif, several FN'
65		38 11.6	»	3 55	»	I_5	eS	F	pl 280, — pF att ✱ f
66		38 14.6	»	3 2	»	II_1	eeS	F	iF, vF stell N
67		38 14.8	»	2 38	»	II_1	eeS	F	iF, vF stell N
68		38 17.5	+2.96	46 23	»	I_2		F	neb ✱, W'
69		38 18.2	+2.95	7 19	»	I_1	S	pB	!, ph, — B ✱ n
70		38 26.5	»	10 50	»	I_3	eeS	pB	gbM, ll 225, pBN
71		38 29.4	»	4 13	»	I_3	eS	pF	!, gbM, lN 240, dif p
72		38 32.9	+2.96	53 44	»	I_3	pS	pF	!, iF, pR, lN 200
73		38 33.1	+2.95	44 23	»	I_3	eeS	eeF	dif, eF l 240 N, — 62°68, 62°73, 62°78, [62°80 conn dif [nebulosity !, !,
74		38 33.8	»	7 7	»	II_1	eL	eF	viF, pRN
75		38 34.6	»	18 9	»	I_3	pS	eF	l 300, bM, dif
76		38 38.9	»	10 46	»	II_1	S	pF	iF, eFN, A'
77		38 39.5	»	7 7	»	II_1	eeS	eeF	iF, gbM, dif
78		38 42.8	»	43 14	»	II_1	eeS	eeF	iF, eeFN
79		38 44.1	+2.96	56 25	»	II	eL	vF	viF, several N'
80		38 52.0	+2.95	42 5	»	II_1	eeS	F	iF, pFN, W 270, — F✱s, — 62°80 Ↄ 78 [= 73

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Classe	Grösse	Hellig-keit	Beschreibung
81	4670	12h 39m 9s.0	+2s.95	62° 11′ 22″	+19″.8	I_3	L	vB	!, !, !, ? neb ✱, l 270, dif Neb att
82		39 11.6	»	10 3	»	I_2		F	neb ✱, W′
83		39 14.2	»	58 17	»	II	S	eeeF	iF
84	4673	39 26.6	»	15 11	»	I_1		pB	neb ✱
85		39 31.3	»	42 45	»	II_1	S	vF	!, bM, dif, — conn pB ✱ n, inv in dif Neb
86		39 31.5	»	20 39	»	II	eeS	eeF	eeFN. — !, !, end of ∽ form Ws
87		39 37.4	»	39 39	»	I_4	eeS	F	pR
88		39 39.4	»	19 10	»	III	L	eF	dif
89		39 41.8	»	0 27	»	II	vS	eF	iF, l 250
90		39 42.1	»	46 7	»	I_1	vS	pF	neb ✱
91		39 43.8	»	42 42	»	II	L	vF	iF, l 360, dif
92		39 46.8	»	48 51	»	I_1	vS	eeF	gbM, dif
93		39 52.1	»	46 50	+19.7	II_1	eS	vF	iF, bM
94		39 55.1	»	53 44	»	II	vS	eeF	iF
95		39 57.9	»	20 27	»	I_2		pF	neb ✱, W′ 270
96		39 59.8	»	33 9	»	I_1	L	F	neb ✱, in L dif nebulosity
97		40 3.9	»	16 28	»	I_3	eS	eeeF	ll 210, eeF stell N
98		40 4.1	»	36 49	»	I_2		pF	neb ✱, W′
99		40 5.8	»	49 58	»	I_1	S	pB	R, pbM, stell N
100		40 6.1	»	41 1	»	III	L	eeeF	dif
101		40 7.3	»	53 0	»	II	vS	eF	iF, l 295, bM
102		40 8.1	»	55 22	»	II	eS	eeF	!, chief of a gr conn by W′
103		40 11.8	»	50 15	»	I_1	S	pF	!, pR, gbM, stell N, W, — 62°.99 ↄ 103
104		40 12.6	»	52 48	»	I_4	eS	eF	pb, l dif, — !, chief of a gr conn by W′
105		40 14.5	»	51 43	»	II_1	S	vF	!, viF, gbM, A′ — 62°.103 ↄ 105
106		40 17.2	»	36 15	»	I_3	vS	vF	!, Af 280
107		40 20.7	»	35 47	»	I_3	eeS	vF	l 250
108		40 27.2	»	54 5	»	I_1	eeS	F	R, O
109		40 28.1	»	43 3	»	I_1		pF	neb ✱, W sp
110		40 29.7	»	53 53	»	I_1	eeS	F	pR, dif, N
111		40 30.1	»	53 11	»	I_1	eS	F	pR, gbM, dif, — W to a pB ✱ p
112		40 34.4	»	21 1	»	II	S	vF	ll, dif, — chief of a gr
113		40 36.9	»	22 23	»	I_2		pF	!, !, ✱, vl neb W′
114		40 38.3	»	19 34	»	II	vS	vF	iF, dif, — B ✱ sf
115		40 40.1	»	30 57	»	III	pL	eF	dif
116		40 44.3	»	33 51	»	I_1	eeS	F	neb ✱
117		40 47.6	»	45 7	»	I_2	S	B	!, B stell N, W′
118		40 56.5	»	36 53	»	I_1		vF	!, !, neb ✱, att 62°.119
119		40 57.7	»	36 26	»	I_1	eS	F	pR, bM, lA′
120		40 57.8	»	28 2	»	I_1	vS	vF	pR, gbM, F stell N

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Classe	Grösse	Hellig-keit	Beschreibung
121		$12^h 40^m 58^s.2$	$+2^s.94$	62° 15′ 16″	$+19''.7$	I_1	eeS	vF	pR, gbM, — B ✱ sf
122		41 4.1	+2.95	36 6	»	I_5	pL	pF	!, vl 210, ph — pF ✱ between 62°122 [& 119
123		41 4.3	»	22 45	»	I_4	eeS	pF	pR, ph
124		41 7.4	»	52 59	»	I_2	eS	eF	gbM, dif, W'
125		41 7.8	»	53 40	»	II	eS	eF	bi N, dif
126		41 9.2	+2.94	2 35	»	I_3	eeS	vF	l 280, bM, W'
127		41 12.3	+2.95	58 38	»	I_1	eS	pF	R, gbM, pFN, — 62°103 ⊃ 127 ⊃ 105
128		41 18.4	+2.94	26 19	»	III	L	eF	dif
129		41 24.0	»	28 16	»	I_1	S	F	pR, gbM, — vF ✱ att n
130		41 30.5	+2.95	50 1	»	II_1	S	F	iF, l 180, bM, dif
131		41 46.7	»	56 38	»	II		pF	!, !, ✱ with vl curved neb Ch sp, nebu-[losity s
132	4692	41 48.2	+2.94	5 41	»	I_2	pS	B	!, !, pR, BN, spiral W'
133		41 51.3	»	2 25	»	I_3	eeS	vF	ll
134		41 52.8	»	4 23	»	I_1	eS	vF	!, pR, FN, W sf
135		41 54.2	»	39 32	»	III	pL	eeF	dif, — conn pF ✱ sf
136		41 55.5	+2.95	48 12	»	I_2		eeF	✱, neb W', — eeeF Neb s [& np, conn 62°135
137		41 55.7	+2.94	1 41	»	II	S	vF	dif, Wf
138		41 58.3	»	40 11	»	II	S	pB	gbM, att pF ✱ sp (10″), — vl A' & W' n
139		42 1.8	»	22 40	»	I_3	S	F	pR, dif, Fl N 220, — pB ✱ sp
140		42 20.9	»	14 17	»	II_1	eeS	eF	iF, eFN
141		42 35.3	»	54 1	»	II_1	pS	pB	!, !, iF, l 185, 2 Z', vFN
142		42 39.3	»	34 6	»	I_1	S	vF	pR, bM, dif, F ✱ conn np, — !, !, !, [brightest of a gr
143		42 42.4	»	17 2	»	I_2		pF	!, !, ✱, pB neb W' p
144		42 52.6	»	49 22	»	II_1	pS	F	viF, vF stell N
145	4702 (?)	42 54.7	»	8 21	»	II_1	S	pF	!, viF, pBN, W'
146		42 55.5	»	25 28	»	II_1	eS	F	iF, pF stell N, W'
147		43 8.4	»	43 55	»	I_1	eeS	pF	pR, bM
148		43 21.0	»	3 0	»	II	vS	eeF	iF, l 330
149		43 21.1	»	46 36	»	I_5	eeS	F	l 250, ph
150		43 27.7	»	56 40	»	I_4	eS	vF	pR, dif, — in the Ch of 152
151		43 28.6	»	7 17	»	I_1	pS	vF	dif, pF stell N
152		43 29.0	»	55 43	»	II	S	F	iF, dif, — first of a Ch
153		43 31.4	»	55 7	»	II	S	eF	iF, — conn with 62°152
154		43 35.3	»	25 33	»	I_2		pB	!, !, neb ✱, A' 260 & 80
155		43 40.4	»	34 35	»	II_1	eS	vF	iF, l 240, vF stell N
156		43 41.3	»	53 12	»	II		B	!, !, !, 7.3 ✱ BD 27°2176, Ch, — W' [to 62°153 & 152
157		43 44.8	»	24 50	»	II_1	S	eF	viF, eF exc stell N
158		44 5.8	»	55 49	»	I_4	pS	vF	dif
159		44 6.3	»	32 31	»	I_2	pL	eF	!, viF, glbM, F stell N, ? spiral
160		44 13.3	»	34 7	»	I_3	pS	eF	!, Af 250

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Classe	Grösse	Hellig-keit	Beschreibung
161		$12^h 44^m 20^s.5$	$+2^s.93$	62° 3′ 28″	+19″.7	I_3	vS	vF	bM, l 275, — eF Neb sp
162		44 20.7	+2.94	30 19	»	I_1		pF	neb ✱, — F ✱ v nr n
163		44 25.7	+2.93	0 18	»	I_1	S	vF	bM, dif
164		44 41.6	»	16 3	»	II			neb ✱ ✱
165		44 51.1	»	29 3	»	I_1	S	F	dif, — !, !, chief of 4 [— F Neb sf conn W'
166		44 51.4	+2.94	53 39	»	I_1		vF	neb ✱ in the L nebulos. of BD 27°2180.
167		44 52.0	»	52 9	»	II, III	pS	F	l 230, dif, — !, !, !, in v L nebulosity att [✱ BD 27°2180
168		44 52.7	+2.93	31 20	»	I_3	eeS	eeF	ll 280
169		44 53.7	»	28 42	»	I_1	S	F	gbM, dif
170		44 58.6	»	1 20	»	I_1		pF	neb ✱
171		45 3.3	»	3 58	»	I_1	eeS	F	pR, gbM
172		45 3.8	»	31 30	»	II_1	S	F	!, viF, FN, lW' n
173		45 6.0	»	18 11	»	II	S	eeF	iF, dif
174		45 8.4	»	16 27	»	I_1	vS	eeF	gbM, dif, — smaller v nr p
175		45 9.1	+2.94	50 20	»	II	pS	F	viF, p dif
176		45 9.6	+2.93	3 27	»	I_1	eeS	eF	gbM, dif
177		45 11.9	»	12 50	»	II_1	S	F	!, iF, ll 230 FN
178		45 17.8	»	9 53	»	I_4	pS	eF	dif
179		45 26.8	»	32 56	»	I_1	L	F	dif, pFN
180		45 27.4	»	3 58	»	II	eeS	eF	iF, — in a gr eF iF Neb' f a B ✱
181		45 32.4	»	0 36	»	II_1	eeS	F	viF, F stell N, W'
182		45 33.6	»	48 0	»	I_1		vF	!, neb ✱
183		45 34.1	»	0 36	»	II	eeS	eF	iF, — conn 62°181
184		45 38.9	»	18 4	»	I_3	eS	vF	ell 300, FN
185		45 45.1	»	58 44	»	I_2	eS	F	pR, eFN, W'
186		45 47.4	»	54 32	»	II	S	pF	!, iF, l 240
187		45 49.3	»	27 50	»	I_1	eS	vF	pR, eFN
188		45 55.0	»	35 55	»	II	eeS	vF	iF
189		45 57.1	»	9 16	»	I_1	S	pF	!, dif, pF stell N
190		46 1.0	»	17 37	+19.6	I_1	pL	B	gbM, BN, — eeF, eeS, pR Neb f
191		46 1.1	»	24 37	»	II	pS	eeF	iF, l 360, dif
192		46 3.3	»	0 34	»	I_1	eS	eeF	dif, eeFN
193		46 4.0	»	23 40	»	I_1	eeS	F	pR, bM
194		46 5.5	»	26 42	»	I_2	eS	F	!, pR, vFN, 2 lW' 250 & 160
195		46 5.6	»	13 32	»	I_5	eeS	F	l 270, ph
196		46 8.2	»	12 50	»	I_5	eeS	eF	ll 290
197		46 12.1	»	14 8	»	II_1	pS	F	iF, FN, W'
198		46 16.2	»	1 1	»	II	eeS	eF	iF, bM, W sp, — F ✱ np
199		46 16.5	»	40 29	»	I_1	pS	vF	pR, gbM, dif, vFN
200		46 28.5	»	0 21	»	I_2		vF	neb ✱, W'
201		46 30.0	»	34 15	»	I_2	L	eF	!, !, spiral, p dif, FN

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Classe	Grösse	Hellig-keit	Beschreibung
202		12h 46m 35s.1	+2s.93	62° 57′ 14″	+19″.6	I_3	vS	eF	l 270, F stell N
203		46 38.3	»	50 57	»	I_2	pS	pB	!, bM, stell N, spiral A'
204		47 2.1	»	16 55	»	II_1	eS	vF	iF, gbM, vFN
205		47 10.7	»	13 36	»	I_1		pB	neb ✱, dif p
206		47 18.1	»	48 12	»	I_5	eeS	eF	l 240, h
207		47 19.9	»	45 55	»	II	L	vF	!, !, beginning of Ch vF nebulosity, [about 9 N', to 62°211
208		47 24.4	»	54 34	»	III	vL	eeF	dif
209		47 28.4	+2.92	3 14	»	I_4	eeS	F	pR
210		47 35.0	»	4 16	»	I_4	eeS	F	R, O
211		47 35.1	+2.93	47 51	»	—			end of Ch of 62°207
212		47 35.9	»	26 18	»	II	pL	B	!, !, viF, bM
213		47 40.3	+2.92	4 19	»	II	S	eeF	iF, l 360, dif
214		47 48.6	+2.93	21 19	»	I_1	eeS	pB	pR, gbM
215		47 52.0	»	51 8	»	III	vL	eeF	dif, conn 62°217
216		47 52.6	»	43 34	»	II_1	pL	eeF	viF, FN
217		47 53.6	»	52 38	»	I_2	pL	B	!, gbM, dif, BN, W', — conn 62°215
218		48 0.1	+2.92	10 38	»	III	vL	F	!, !, lbM, v dif
219		48 0.2	»	15 8	»	I_1	S	pB	pR, gbM, pBN, — dif nebulosity to [62°221
220	4787	48 6.0	»	15 23	»	I_1		F	neb ✱
221		48 8.0	»	20 6	»	I_2	eeS	F	pR, FN, W'
222	4788	48 11.2	»	1 4	»	II_1	S	pB	!, iF, pBN, lW 310, ✱ 10 sp
223	4789	48 14.2	»	15 10	»	I_1		pB	neb ✱, ✱ 9 s 42″
224		48 24.0	+2.93	44 24	»	II	vL	eF	dif, chief of several N' in dif nebulosity, [stellar
225		48 31.3	+2.92	23 13	»	II_1	S	pF	!, !, viF, F exc N
226		48 33.6	»	34 17	»	II	pL	eF	iF, dif
227		49 12.1	»	45 58	»	I_1	S	eF	dif, vF ll N
228		49 15.2	»	31 20	»	II	S	eF	iF, l 230, lbM
229		49 15.6	»	2 39	»	II	eS	eF	exc N, dif f
230		49 18.7	»	21 57	»	I_1	eS	vF	vF stell N, A'
231		49 44.2	»	13 58	»	II	S	eeF	l 240, nw
232		49 45.5	»	7 50	»	II	eS	eF	pR, chief of curved Ch
233		49 50.1	»	3 8	»	I_1	eeS	eF	pR, eFN
234		49 57.9	»	48 24	»	I_3	pS	F	!, bM, F exc N, l 225
235		50 15.1	»	6 6	»	I_5	S	vF	l 230, dif, pF ✱ sp
236		50 15.7	»	37 11	»	II_1	eeS	eeeF	iF, eeeFN
237		50 17.6	»	26 9	»	II_1	vS	pB	R, dif nf
238	4819	50 23.9	»	20 10	»	I_3	pS	F	!, !, ell 310, BiFN, — 62°238 ⊃ 241, N [62°238 > 241
239		50 24.5	»	46 45	»	II	eeS	eeF	l 250, dif nebulosity s
240		50 24.6	»	1 56	»	II	pL	F	!, !, viF, l 245
241	4821	50 25.3	»	21 58	»	I_1	S	B	!, !, R, BN, eF conn ✱ sp
242		50 29.3	»	52 45	»	I_3	eS	F	ll 290, gbM

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Classe	Grösse	Hellig-keit	Beschreibung
243		12h 50m 29s.4	+2s.92	62° 18′ 15″	+19″.6	I_1	eeS	eF	pR, ph
244		50 30.8	»	5 45	»	I_3	eeS	eeF	l 245, bM, eeFN
245		50 32.5	»	17 54	»	I_1	S	eeF	dif, eeFN
246		50 38.9	»	34 54	»	I_1	eeS	F	pR, bM
247		50 39.5	»	17 22	»	II	pS	F	iF, ∽form
248	4827	50 39.5	»	8 39	»	II_1	S	B	!, !, ll 250, BN, A', in L dif nebulosity, [— 62°248 ⊃ 61°143
249		50 41.5	»	54 14	»	II_1	eS	vF	iF, gbM
250		50 45.8	»	13 48	»	I_3	S	F	!, dif, l 330 FN, — 62°240 ⊃ 62°250, [240 > 250
251		50 46.9	»	25 31	»	I_3	pS	eF	!, !, l, dif, l 205 BN
252		50 47.9	»	50 6	»	I_1	pL	pB	!, !, pR, lgbM, pBN, A'
253		50 52.3	»	58 0	»	II		F	neb ✱, end of l Ch
254		50 53.8	»	55 25	»	I_1	pL	vF	dif, surrounding vF neb ✱
255		51 8.3	»	58 5	»	I_1		F	N in Ch of 62°253
256		51 13.3	»	57 58	»	I_1		F	N in Ch of 62°253
257		51 17.5	»	37 33	»	I_4	eeS	eF	○
258		51 19.1	»	29 53	»	I_5	eeS	eeF	l 300
259		51 21.4	»	36 58	»	II	eeS	eeF	iF
260		51 21.6	+2.91	3 14	»	I_3	S	F	!, bM, l 245, dif, — 62°250 ⊃ 260 [⊃ 286 ⊃ 284
261		51 22.8	+2.92	37 48	+19.5	I_4	eeS	eF	○
262		51 26.9	»	48 46	»	I_3	S	pF	!, ll 180, gbM, dif, FN
263		51 29.7	»	37 7	»	II	vS	F	!, ? bi N 270, in dif nebulosity
264		51 30.4	+2.91	7 28	»	I_2	eeS	F	pR, eeFN, W'
265		51 32.8	»	17 35	»	I_1	vS	F	gbM, FN
266		51 34.8	»	25 0	»	II	eeS	eeF	iF
267		51 35.9	»	19 7	»	II	eeS	eeF	iF, — vF ✱ sf
268		51 39.4	»	28 17	»	I_1	vS	pB	!, R, bM, Ch sf
269		51 41.3	»	15 19	»	II	eS	eF	iF
270		51 45.7	»	18 56	»	I_4	eeS	F	○
271		51 50.3	+2.92	47 59	»	I_2	•	vF	neb ✱, W', — eeeF ✱ sf
272		51 51.7	+2.91	16 0	»	I_1	eS	vF	gbM
273		51 53.6	»	17 14	»	II	S	vF	iF, ph
274		51 59.4	»	1 46	»	II	vS	eeF	iF
275		51 59.9	»	24 32	»	I_1	pS	pF	dif, pFN
276		52 0.8	»	4 20	»	I_1		vF	neb ✱, — 62°276 ⊃ 264
277		52 3.1	»	40 2	»	III	L	eF	dif
278		52 5.2	+2.92	53 23	»	I_5	vS	eF	l 220, p dif
279		52 5.4	+2.91	39 39	»	I_4	S	vF	dif, — in 62°277
280		52 7.8	»	40 59	»	I_4	pS	vF	dif, — 62°280 ⊃ 279, — 62°280 [in 62°277
281	4849(?)	52 8.9	+2.92	55 38	»	I_1	pS	B	!, gbM, B stell N, A'
282		52 9.7	»	53 54	»	I_1	pS	F	gbM, dif, vF stell N, — 62°282, 281 & [278 conn by dif nebul.
283	4849(?)	52 13.5	»	59 45	»	I_2	S	pF	pR, gbM, lW'

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Classe	Grösse	Hellig-keit	Beschreibung
284		12h 52m 13s.8	+2s.91	62° 9′ 4″	+19″.5	II	eS	eF	iF, l 200, bM
285		52 14.4	»	11 18	»	II	eS	eeF	iF
286		52 15.4	»	0 47	»	II_1	eS	eeF	iF, eFN, — 62°286 Ↄ 284
287		52 20.1	»	41 13	»	II	eS	eF	iF, l 220
288		52 32.2	»	3 37	»	II	S	pB	iF, ll 315, lbM, — 62°288 Ↄ 276
289		52 33.1	»	13 14	»	I_1	S	pB	pR, gbM, pBN, W, — 62°289 Ↄ 288
290		52 36.5	»	33 58	»	II	pS	pF	viF, several N', measured l N 300, [— 3 ✱' inv np
291		52 38.4	»	0 30	»	II	eS	eeF	iF
292		52 41.9	»	57 33	»	II_1	pL	eF	iF, dif, vFN
293		52 48.0	»	22 4	»	I_3	eS	eF	bM, l 230
294		52 57.6	»	44 3	»	I_1		F	neb ✱, vlCh'
295		52 58.5	»	30 35	»	I_2	pS	B	!, !, pR, dif s, BN, dif W' sf & sp
296		52 59.0	»	45 57	»	II_1	eeS	eF	iF, bM, W'
297		52 59.1	»	40 10	»	I_1	eeS	F	pR, eFN
298		53 1.0	»	20 34	»	I_1	eS	eeF	bM, dif
299		53 2.9	»	46 34	»	II	vS	vF	iF, ll 200, dif
300		53 4.5	»	6 28	»	I_1	eS	pF	pR, gbM, — 62°300 Ↄ 302
301		53 12.8	»	32 10	»	I_1	eeS	F	gbM, F stell N
302		53 13.6	»	10 5	»	I_1	eS	eF	pR, gbM
303		53 16.3	»	53 35	»	I_1	eS	pF	pR, gbM, pFN, — in pL dif nebulosity
304		53 18.1	»	14 27	»	I_1		pB	neb ✱
305		53 19.3	»	12 48	»	I_1		eF	neb ✱, B ✱ n, — 62°305 Ↄ 302
306		53 22.6	»	1 4	»	I_1	eeS	eF	pR, eFN, — 61°265 Ↄ 62°306
307		53 24.5	»	18 56	»	II	vS	eF	iF, ll, — 307 Ↄ 302
308		53 31.6	»	12 42	»	II_1	eS	F	iF, pFN, — 62°308 Ↄ 300
309		53 32.3	»	24 35	»	I_2		pB	neb ✱, W', — 62°304 Ↄ 309
310		53 32.8	»	17 11	»	I_3	vl	eF	!, !, Af 220, FN, v nw
311		53 39.4	»	26 11	»	I_2		pF	neb ✱, lW', — 62°311 Ↄ 300
312		53 39.8	»	37 56	»	I_2		pB	✱ with W'
313		53 42.0	»	22 14	»	II	pS	eF	iF, lbM
314		53 46.2	»	21 7	»	I_1	S	eF	bM, dif, — eeF Neb n, eeF Neb s
315		53 46.8	»	43 58	»	I_4	eeS	F	○
316		53 48.5	»	53 2	»	I_1	vS	F	pR, gbM
317		53 48.7	»	21 20	»	II	eS	eF	iF
318		53 50.9	»	30 22	»	I_1	pL	vF	pR, dif, vFN
319		53 55.6	»	7 36	»	II_1	pS	F	!, iF, gbM, dif
320		53 55.8	»	14 40	»	II	eeS	eeF	iF
321		53 56.3	»	13 4	»	II	eeS	eeF	iF
322		53 57.3	»	15 42	»	II	eeS	eeF	iF, l 200
323		53 58.6	»	11 53	»	II	eeS	eeF	iF, l 360
324		54 0.1	»	30 21	»	III	pL	eF	l 240, dif

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Classe	Grösse	Hellig-keit	Beschreibung
325		12h 54m 0s.3	+2s.91	62° 19′ 28″	+19″.5	I_1		F	neb ✱
326	4892	54 0.5		25 40	»	I_3	L	B	!, !, Af 200, l curved, dif s [⊃ 61°388
327		54 3.7	+2.90	1 26	»	I_1	eS	eF	pR, gbM, dif, eF ✱ n; 61°377 ⊃ 62°327
328		54 12.0	»	2 47	»	I_1	eS	eF	pR, dif, FN, — 62°328 ⊃ 61°377
329		54 12.4	+2.91	18 20	»	II	eS	eeF	iF, l 240
330		54 12.6	»	23 59	»	II	eeS	eeF	iF
331		54 14.7	»	21 46	»	I_1		pF	!, neb ✱
332		54 16.7	.	24 53	»	II_1	eS	F	iF, FN, W, — 62°300 ⊃ 332
333		54 18.3	»	18 14	»	II	S	vF	viF, ll
334		54 19.8	»	17 24	»	II	l	eF	Ch (n end measured) to a pF ✱ s
335		54 19.8	+2.90	10 14	»	I_5	vS	eeF	l 290
336		54 22.2	+2.91	17 54	»	I_4	vS	F	pR, dif
337		54 26.3	»	39 3	»	I_2	S	pB	pR, pBN, spiral W'
338		54 29.6	»	21 11	»	I_1	S	F	pR, gbM
339		54 51.4	»	54 22	»	I_1	S	F	pR, gbM, l A 220
340		54 54.8	+2.90	22 4	»	II	S	eeF	iF
341		55 2.8	»	26 57	»	I_1	eS	F	pR, gbM, — 62°341 ⊃ 340
342		55 3.8	»	21 14	»	I_3	eS	pR	ll N 250, — 62°342 ⊃ 341
343		55 5.4	»	33 31	»	II_1	vS	pF	iF, glbM, pF stell N
344		55 7.0	»	27 8	»	I_5	eS	eF	l 240, — 62°341 ⊃ 344
345		55 8.6	»	4 42	»	II	eS	eeF	iF, fanshaped, — 62°350 ⊃ 345
346		55 9.7	»	27 54	»	I_1	eeS	eF	pR, gbM, — 62°344 ⊃ 346
347		55 13.8	»	28 27	»	I_3	S	eeF	pl 300, eeFN, F ✱ sp, — 62°346 ⊃ 347
348		55 14.5	»	9 27	»	I_1	eS	pF	pR, dif n, exc pF stell N; 62°342 ⊃ 348
349		55 18.0	»	18 41	»	I_1	eS	pF	pR, gbM, ll 240, N, Wp; 62°342 ⊃ 349
350		55 19.2	»	27 47	»	I_5	eS	eF	l 220, — 62°344 ⊃ 350 ⊃ 347
351		55 21.8	»	6 7	»	I_5	S	eF	pl 210, nw, — 62°351 ⊃ 345, 62°350 [⊃ 351
352		55 26.9	+2.91	59 11	»	II_1	pL	vF	viF, vF neb N, curved W'
353		55 30.3	+2.90	28 43	»	I_2	eeS	eF	R, eFN, l A' 310 & 130, — 62°353 [⊃ 350
354		55 31.2	»	14 17	»	I_3	eS	eeF	ll 90, ? bi N
355		55 32.2		16 16	»	II_1	S	eeF	iF, ? l 290, eeFN
356		55 34.3	+2.91	49 38	»	I_1	eeS	eeF	!, pR, chief of a l 180 Ch
357		55 37.1	+2.90	48 17	»	I_1	eeS	eeF	!, pR, chief of a l 315 Ch
358		55 38.8	»	15 42	»	II	S	eF	iF, l 230, — eF Neb v nr sf
359		55 41.5	»	7 34	»	II	S	eF	viF
360		55 53.7	»	1 41	»	II_1	pS	vF	!, dif, pF exc stell N
361		55 54.0	»	2 12	»	I	eS	eF	lbM, dif
362		55 57.3	»	13 51	»	I_1	eS	pF	pR, gbM, pFN, — 62°362 ⊇ 342
363		56 5.8	»	3 12	»	II		pF	!, neb ✱✱ 250, dif n
364		56 9.8	»	17 33	»	I_4	eeS	eF	pR
365		56 11.3	»	28 48	»	I_1	pS	eF	dif, gbM, pR, — chief of a gr

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Classe	Grösse	Hellig-keit	Beschreibung
366		$12^h 56^m 11^s.9$	$+2^s.90$	62° 15' 50"	+19".5	I_4	eS	vF	pR
367		56 12.5	»	34 16	»	I_1	eS	eF	pR, eF stell N
368		56 23.2	»	37 46	+19.4	I_3	vS	eeF	l 330
369		56 26.0	»	47 5	»	I_1	pS	eF	pR, dif, FN
370		56 28.1	»	51 35	»	II_1	eeS	eF	viF, eFN
371		56 30.7	»	36 28	»	I_3	S	F	!, ell, pFN
372		56 35.8	»	9 6	»	I_1	vS	eeF	pR, eF stell N
373		56 39.4	»	0 17	»	II	eS	eF	iF, bM, v l Ch s
374		56 40.2	»	3 17	»	I_3	eS	F	l 260, gbM
375		56 40.6	»	18 23	»	II	eeS	eeF	ll, in eeF dif nebulosity
376		56 51.0	»	13 13	»	II_1	vS	F	iF, l 220 N
377		56 52.3	»	40 56	»	II	eeS	eF	iF, dif, Ch 220 [n & nf, W'
378		56 55.7	»	6 0	»	II_1		vF	neb ✱, — !, dif, iF, eF, att nebulosity
379		56 57.5	»	20 18	»	I_1	S	eF	pR, gbM, — dif nebulosity around
380		57 2.7	»	16 18	»	II	pL	eeF	iF, dif
381		57 3.6	»	47 53	»	I_2	pS	pF	!, viF, pFN, spiral A', dif nf
382		57 6.7	»	25 5	»	II	pS	eeeF	iF, lWp
383		57 9.1	»	11 53	»	II	S	pF	l 240, A'
384		57 9.8	»	31 28	»	I_3	S	eF	bi N 360, dif
385		57 9.9	»	15 36	»	II_1	eS	eeF	iF, dif, eF exc N
386		57 21.8	»	12 14	»	I_2	S	eeF	gbM, dif, lW'
387		57 27.2	»	45 42	»	II_1	pS	pF	!, pFN, dif sf, A'
388		57 28.1	»	40 34	»	II	L	eF	!, dif, att vF ✱, l eeF W'
389		57 28.2	»	55 52	»	I_3	pS	pB	!, gbM, l 220, pBN, — pF ✱ nf
390		57 32.7	»	34 28	»	II	pL	eeF	viF, dif, def sf
391		57 33.0	»	59 56	»	I_1	pS	pB	pR, gbM, pBN, — 62°389 ⊃ 391 ⊃ [63°188
392		57 33.8	»	19 49	»	I_1	pS	vF	eFN, — in L dif nebulosity
393		57 34.1	+2.89	9 23	»	I_4	eS	vF	R, O, — in eF dif L nebulosity
394		57 37.7	+2.90	17 55	»	II_1	pS	vF	eFN, l Ch', — in L dif nebulosity, [62°392 conn
395		57 49.4	+2.89	17 2	»	II_1		vF	!, !, !, neb ✱, l Ch' [394 ?
396		57 50.8	+2.90	43 28	»	II	eS	eF	!, iF, l 260
397		57 53.0	»	58 6	»	I_1	pS	pB	!, pR, gbM
398		58 0.2	»	48 56	»	I_1	L	eeeF	dif, eeFN
399		58 25.7	+2.89	1 29	»	II	pS	pB	!, !, p dif p, Bf, com, A'
400		58 26.6	+2.90	39 24	»	II	pS	pB	!, !, viF, ph, 2 parallel A' 230
401		58 32.7	+2.89	18 28	»	II	S	pF	!, iF, △, l A' in corners
402		59 4.0	»	18 11	»	I_1	vS	F	pR, bM, FN
403		59 4.2	»	22 3	»	I_2	S	pF	!, pR, gbM, N, W'
404		59 15.8	»	19 46	»	I_1		eeF	neb ✱
405		59 26.3	»	1 33	»	II_1		vF	!, !, neb ✱, l Ch' p & f
406		59 26.6	»	3 6	»	I_1	S	eeF	gbM, dif

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Classe	Grösse	Hellig-keit	Beschreibung
1		12h 34m 5s.0	+2s.97	63° 1′ 19″	+19″.8	II_1	vS	eeF	iF, gbM, W sp
2		34 29.2	»	1 46	»	I_1	S	eF	pR, gbM, dif, — dif nebulosity np
3	4613	35 19.6	»	13 34	»	II	S	pB	!, !, iF, pR, bi N
4	4614	35 21.8	»	16 15	»	I_3	pL	vB	!, !, ell 305, BN
5	4615	35 28.1	»	14 29	»	II	cL	B	!, !, !, !, ∽form, ph, dif p, N′ f
6		36 37.3	+2.96	24 1	»	I_3	vS	eeF	l 180, — Ch′ to 63°.7
7		36 45.8	»	23 6	»	II_4		pF	neb ✱, conn pB ✱ s, — l Ch of eF N′ sp
8		37 3.6	»	52 52	»	II	S	eF	iF, l 200, Z
9		37 5.2	»	13 41	»	II	eS	eeF	iF, dif
10		37 9.6	»	13 43	»	I_2	eS	pF	!, pR, l Ch np & sf, — ✱ BD 26°.2383 n
11		37 30.8	»	49 20	»	II	eS	eF	iF, — ? conn 63°.12
12		37 34.0	»	50 33	»	II_1	vS	F	iF, gbM, p dif, A sp
13		37 34.8	»	10 31	»	I_3	eS	eF	ll 290
14		37 37.5	»	28 22	»	II	vl	F	Ch of nebulosity, nw, several N′
15		37 38.9	»	31 11	»	III	L	vF	l 310, dif
16		37 43.6	»	1 43	»	II	pS	vF	iF, p dif
17		37 44.0	»	34 0	»	III	L	vF	l 310, dif
18		38 27.6	»	26 44	»	I_4	vS	eF	p dif
19		38 29.7	»	26 57	»	I_2	vS	eF	pR, gbM, W
20		38 51.3	»	50 38	»	II	S	vF	iF, p dif
21		38 51.9	»	16 6	»	II_1	vS	F	!, pR, exc FN, A′
22		38 52.6	»	28 23	»	II	S	vF	iF
23		38 53.1	»	39 8	»	II	eS	F	!, iF, A
24		38 58.8	»	32 24	»	I_4	vS	F	pR, p dif
25		39 3.8	»	38 31	»	I_3	pS	F	ell, dif, eeF stell N
26		39 5.4	»	41 24	»	II_1	vS	pF	!, pB bi N, bf
27		39 7.5	»	28 6	»	I_1		eF	neb ✱
28		39 11.1	»	17 43	»	I_4	vS	eF	pR, dif
29		39 13.7	»	18 45	»	II_1	vS	eF	iF, N
30		39 14.0	+2.95	11 12	»	II	pS	eF	viF, curved, F ✱ att sf
31		39 17.8	+2.96	20 45	»	II	pS	eeeF	viF, p dif
32		39 19.0	»	19 53	»	II	pS	eeeF	viF, p dif, conn 63°.31
33		39 21.2	+2.95	10 17	»	II	pS	eF	viF, l 200, several N′
34		39 23.5	+2.96	26 58	»	II_1	vS	vF	gbM, A′
35		39 25.0	+2.95	9 37	»	II	vS	eF	iF, bM
36		39 29.3	+2.96	20 46	»	I_1	vS	F	pR, pF stell N, A′, pF ✱ np
37		39 36.6	+2.95	7 58	»	I_1	eS	F	pR, dif, pFN, F ✱ v nr sf
38		39 38.7	»	1 32	»	I_1	eS	F	pR, gbM, dif, exc eF stell N
39		39 52.0	»	29 1	+19.7	I_4	S	F	pR, dif
40		39 56.3	+2.96	45 9	»	II_1	vS	F	iF, pFN, A′

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Classe	Grösse	Hellig-keit	Beschreibung
41		12h 40m 0s.1	+2s.95	63° 5' 53"	+19".7	I_5	vS	eeF	l 315, eF ✱ np
42		40 3.1	»	3 56	»	II_1	pl	vF	curved, p dif, vF ‖ N
43		40 4.9	+2.96	58 20	»	I_1	vS	F	!, pR, eeFN
44		40 6.0	»	45 12	»	I_1	S	vF	dif, — !, !, Ch conn 63°.44, 46, 48 & s
45		40 7.7	+2.95	38 2	»	III	L	vF	dif, — conn 63°.47
46		40 9.5	+2.96	45 25	»	I_1	S	F	pR, lgbM, dif, W sf
47		40 12.4	+2.95	38 14	»	II_1	pS	F	!, viF, eF stell N, A'
48		40 16.8	»	45 31	»	II	vS	vF	Z 210
49		40 17.3	»	41 56	»	I_1	vS	pB	!, pR, pBN
50		40 20.4	»	13 33	»	I_1	vS	F	pR, gbM, vFN
51		40 35.7	»	7 20	»	II_1	S	eeF	iF, gbM, 1 A', vF ✱ nf
52		40 37.8	»	34 54	»	II_1		eF	✱, att nebulosity np
53		40 39.7	»	2 3	»	I_2	vS	eeF	iF, pFN, 1 spiral W'
54		40 40.2	»	14 19	»	II	eS	vF	l 290, several N', vF ✱ n
55		40 42.2	»	43 34	»	III	L	vF	dif, B ✱ att np
56		40 44.6	»	53 21	»	I_2		eF	neb ✱, W'
57		40 45.4	»	16 17	»	II	eS	eF	iF, several iF A'
58		40 46.7	»	12 14	»	I_1	eS	eF	gbM, dif
59		40 48.1	»	41 36	»	II	S	vF	iF, p dif, — conn 63°.55
60		40 54.1	»	30 10	»	II	S	F	iF, p dif
61		40 56.3	»	30 37	»	II	S	F	iF, p dif, l 245
62		40 57.3	»	18 27	»	I_1		eF	neb ✱, — 2 iF eF Neb's
63		40 59.5	»	28 8	»	I_1	S	vF	!, dif, FN, — curved Neb f, — pF ✱ nf
64		41 0.1	»	8 38	»	II_1		vF	neb ✱, neb A'
65		41 0.8	»	18 0	»	I_1		vF	neb ✱, W
66		41 11.4	»	23 50	»	II_1	eeS	vF	stell, lW np
67		41 13.4	»	27 26	»	II	eS	eF	iF, bM, A'
68		41 17.5	»	26 10	»	I_2	S	F	l 190, nw, eFN
69		41 20.7	»	35 4	»	—	eS	vF	pR, dif, vFN, ? ✱✱
70		41 24.5	»	37 31	»	I_1		F	neb ✱
71		41 40.6	»	9 19	»	I_2		eF	neb ✱, vl curved W
72		41 51.4	»	20 7	»	II	vS	eF	viF, bM, 2 W'
73		41 52.9	»	47 32	»	II_1		eF	neb ✱, conn nebulosity to eF ✱ sf
74		42 3.3	»	7 4	»	I_3	S	eF	l 270, dif, eeeFN
75		42 6.6	»	41 0	»	I_3	S	eF	l 340, eFN
76		42 11.8	»	3 18	»	II	eS	eF	iF, p dif
77		42 25.7	»	12 7	»	I_1	S	pF	!, pR, gbM, pFN, A', — FN sp
78		42 28.9	»	27 57	»	II		pF	✱, W' to 63°.82 & 79
79		42 33.4	»	27 4	»	I_1	eS	eF	np chief of a gr
80		42 33.4	»	31 57	»	I_1	L	vF	neb ✱, in L dif nebulosity

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Classe	Grösse	Hellig-keit	Beschreibung
81		12h 42m 34s.2	+2s.95	63° 46′ 4″	+19″.7	I_1	vS	F	pR, gbM, vFN, A', — 63°.81 ⊃ 84
82		42 34.7	»	28 23	»	I_2	S	F	gbM, spiral W'
83		42 37.1	»	30 20	»	I_5	pl	F	v nw, l 200
84		42 40.5	»	44 52	»	I_1	vS	vF	pR, gbM, eeFN
85		42 50.3	+2.94	0 11	»	III	L	F	dif, att pB ✱ sf
86		42 55.8	+2.95	52 7	»	I_1	vS	vF	pR, lgbM, — 63°.81 ⊃ 86 ⊃ 84
87		43 5.3	»	58 43	»	I_3	eS	pF	pF ll 270 N, A'
88		43 6.6	+2.94	16 42	»	II_1		pF	✱, l curved, W np
89		43 7.9	+2.95	57 4	»	I_5	S	eF	l 270, p dif
90		43 15.0	+2.94	25 35	»	II_1	eS	vF	iF, ll N 290
91		43 16.4	»	13 38	»	I_1	S	pF	pR, gbM, pFN, — 63°.77 ⊇ 91
92		43 23.7	»	32 44	»	I_5	eS	vF	ll 270, p dif
93		43 24.9	»	19 20	»	I_1	vS	pF	pR, gbM, pFN, — 63°.93 ⊃ 77
94		43 25.6	»	19 46	»	I_1	S	pF	iF, dif
95	4712	43 26.0	+2.95	50 55	»	I_3	L	pF	!, !, !, Af 340, pBN
96		43 28.7	»	51 5	»	I_1	pS	pF	R, h, att to 63°.95, l W' sp
97		43 30.2	+2.94	16 31	»	I_1	vS	pF	pR, gbM, — 63°.97 ⊃ 91
98		43 33.1	»	32 40	»	II	pL	vF	bM, dif, A'
99		43 33.4	»	30 10	»	II	S	eeF	iF, Ch'
100		43 39.6	»	3 19	»	II_1	vS	F	!, iF, bM, exc FN
101		43 45.2	»	30 40	»	II_1		pB	✱, neb Ch' np
102*)	4725	44 18.8	»	49 4	»	I_3	vL	vB	!, !, !, !, ell 225, spiral, vBN
103		44 20.0	»	40 16	»	I_1	S	vF	lbM, dif
104		44 23.9	»	53 15	»	II_1	S	pF	iF, pFN, W'
105		44 26.3	»	39 12	»	I_1	S	eF	dif, eFN
106		44 31.2	»	52 15	»	II_1	eS	vF	iF, eFN
107		44 31.6	»	53 34	»	I_5	eeS	F	ll 240
108		44 31.9	»	46 19	»	II_1	pL	F	curved, vFNM, — ? conn 63°.102
109		44 48.1	»	33 16	»	I_2	S	F	FN, W'
110		45 30.9	»	11 50	»	II	vS	F	iF, l 180
111		45 37.7	»	11 28	»	II	vL	eF	!, viF, several N' & W', — between [3 F ✱'
112	4747	45 38.6	»	32 39	»	II	L	B	!, !, !, l 205, several N', brightest [measured
113		45 47.6	»	15 11	»	I_3	eS	F	l 260, ? bi N
114		45 52.9	»	12 49	»	I_2	L	eF	dif, pFN, W'
115		45 54.3	»	9 35	»	I_1	pS	pF	dif, pF stell N
116		45 56.1	»	41 51	»	I_1	S	vF	dif, lgbM, FN
117		45 59.8	»	37 55	+19.6	I_1	vS	vF	gbM, A'
118		46 9.4	»	37 23	»	II	eS	eF	iF, eeeF ✱ f
119		46 11.9	»	48 25	»	II	eS	eF	iF, vF ✱ sf
120		46 16.6	»	48 41	»	II_1	eS	eF	iF, eFN

*) Das schönste Object des Cataloges.

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Classe	Grösse	Hellig-keit	Beschreibung
121		$12^h46^m17^s.1$	+2ˢ.94	63° 45′ 38″	+19″.6	I_1	vS	eF	pR, eF stell N
122		46 31.6	+2.93	4 12	»	II	eS	eF	l 300, lbM, — ? conn B ✱ nf
123		46 37.5	+2.94	40 49	»	II	S	eF	viF, A'
124		46 37.7	+2.93	12 7	»	I_4	eS	eeF	l 340, F ✱ nf
125		46 49.9	»	17 49	»	I_2	vS	pB	!, pR, gbM, W'
126		47 8.6	»	35 33	»	II_1	S	eF	iF, eeFN, A'
127		47 13.0	»	5 9	»	I_5	S	eeF	ll, p dif
128		47 21.1	»	45 8	»	I_1	S	eeF	dif
129		47 23.4	»	47 24	»	I_2	vS	eeF	pR, eeFN, W'
130		47 24.7	»	37 10	»	I_1	eS	vF	pR, gbM, vFN, — first of a Ch similar [fainter sp
131		47 27.4	»	19 50	»	I_1	S	F	pR, eF stell N
132		47 58.6	»	25 47	»	I_1	pS	F	ph, p dif
133		48 24.7	»	12 19	»	I_1	eS	vF	pR, gbM, vF stell N
134		48 49.4	»	49 9	»	II_1	vS	F	iF, vFN, A'
135		48 52.1	»	48 5	»	II_1	vS	vF	iF, vFN, A'
136		48 56.3	»	48 45	»	I_1	eS	vF	pR, vFN
137		48 58.4	»	49 54	»	II	eS	eF	iF, W'
138		49 19.4	»	45 28	»	I_1	eS	eF	pR, gbM, eFN
139		49 20.4	»	54 29	»	I_1	eS	F	pR, gbM, N, — 63°139 ⊃ 138
140		49 26.2	»	45 17	»	II	S	pF	!, iF, l 240
141		49 35.5	»	50 10	»	I_1	S	pF	!, pR, gbM, pFN, diff, — 63°141 ⊃ 143
142		49 48.6	»	50 41	»	I_3	vS	eF	l 290, p dif
143		49 49.0	»	51 19	»	I_1	S	pF	pR, gbM, pFN
144		49 55.3	+2.92	14 0	»	I_4	S	eF	l 170, p dif
145		50 27.3	»	0 25	»	I_1	pS	F	dif, vFN
146		50 37.7	+2.93	51 17	»	I_3	vS	F	l 275, p dif, pF stell N
147		51 10.0	+2.92	30 21	»	I_1	vS	F	R, dif
148		51 13.3	»	50 56	»	II	S	vF	iF, A', dif, — pB ✱ s
149		51 37.1	»	32 31	+19.5	I_3	L	vF	!, dif, long dif N
150		51 40.5	»	26 13	»	II	eeS	eeF	iF
151		52 25.9	»	18 24	»	II	pL	eeF	dif, several stell N', brightest measured
152		52 44.9	»	57 28	»	II_1	S	pB	!, dif nf, pB l N, Ch'
153		53 1.0	»	32 46	»	I_1	vS	pF	R, pFN
154		53 12.9	»	53 44	»	II	vS	F	p dif, Z 340
155		53 18.9	»	17 57	»	I_2	pS	F	!, FN, A'
156		53 20.2	»	30 33	»	I_1	S	F	pR, vFN
157		53 30.5	»	26 39	»	II	vS	pF	!, pF l N, W sp
158		53 31.1	»	55 25	»	II_1	S	F	pR, F stell N, A', W np
159		53 34.0	»	54 14	»	II	eS	eF	iF
160		53 35.7	»	40 9	»	II	pL	F	viF, dif

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Classe	Grösse	Hellig-keit	Beschreibung
161		$12^h 53^m 36^s.5$	$+2^s.92$	63° 53′ 50″	+19″.5	II	eS	vF	iF, bM, W'
162		53 36.5	+2.91	23 14	»	—	ecS	F	? neb ✱✱
163		53 36.9	»	21 40	»	I_4	S	eeeF	dif
164		53 40.1	+2.92	34 48	»	I_4	eS	eF	pR
165		53 41.0	+2.91	22 58	»	II	pL	F	!, iF, dif, bM
166		53 41.1	+2.92	40 41	»	II	S	pF	iF, dif *)
167		53 44.5	»	39 8	»	I_5	vS	F	l 180, ph
168		53 46.9	+2.91	26 36	»	II	S	vF	viF, bM, A' [& pB ✱ sf
169		53 48.2	»	26 0	»	II	S	vF	viF, bM, A', — !, 63°168 conn 169
170		53 48.9	+2.92	40 59	»	II	vS	pF	viF, lW', — dif F nebulosity att sf
171		53 50.4	+2.91	26 55	»	II_1		pB	neb✱, in L dif nebulosity, conn 63°169
172		53 52.7	+2.92	38 41	»	II	eS	vF	iF, dif, — chief of Ch of 4 Neb' [& 168
173		54 10.1	»	47 7	»	I_1	S	eF	dif, eFN
174		55 15.1	+2.91	10 36	»	II	vS	vF	bM, Z 240
175		55 16.1	»	22 45	»	III	pS	vF	gbM, v dif
176		55 19.0	»	7 58	»	I_2	S	F	dif, pFN, Ws, — 63°178 ⊃ 176 ⊃ 174
177		55 20.1	»	22 55	»	I_3	pS	pB	ell, gbM, N, — 63°177 ⊃ 178
178		55 20.6	»	6 48	»	I_2	vS	pB	!, pR, gbM, W', — vF ✱ v nr sp
179		55 20.6	»	23 27	»	II	pl	vF	curved, — 63°175, 177, 179 in L
180		56 9.8	»	33 3	»	I_3	vS	vF	dif l N [dif nebulosity
181		56 15.2	»	11 4	»	I_1	S	vF	gbM, in L dif nebulosity
182		56 19.3	»	37 52	+19.4	II	eS	vF	iF
183		56 25.1	»	34 1	»	II	pL	vF	iF, p dif
184		56 28.0	»	49 40	»	I_1	S	F	gbM, R, dif
185		56 31.7	»	46 45	»	II_1	pS	pB	!, p dif, Z', pBN
186		56 39.0	»	30 38	»	I_1	S	F	R, p dif, gbM
187		56 57.0	+2.90	8 55	»	I_1	S	vF	gbM, l dif, N
188		57 4.2	»	8 5	»	I_1	S	vF	gbM, l dif, N, — 63°187 ⊃ 188
189		57 14.7	»	21 6	»	I_1	S	eF	lbM, dif
190		57 46.6	»	14 21	»	II	pL	pF	!, !, ph, lgbM, A'
191		57 59.7	»	22 32	»	I_5	vS	vF	l 220, p dif
192		58 4.2	»	21 20	»	II	S	vF	iF, p dif, l 260, — 63°192 ⊃ 193
193		58 4.5	»	9 39	»	I_4	S	eF	glbM, dif
194		58 10.4	»	12 33	»	I_1	S	F	gbM, dif, FN, — 63°192 ⊃ 194 ⊃ 193
195		59 14.3	»	22 20	»	I_3	pL	pB	!, !, ell, ph, lgbM, Z

*) Hier und südöstlich sind noch sehr viele kleine Nebel, aber zu weit vom Plattenmittelpunct für die Untersuchung.

No.	N.G.C.	A.R. 1875.0	Praec. 1900	N.P.D. 1875.0	Praec. 1900	Classe	Grösse	Helligkeit	Beschreibung
1		$12^h 41^m 11^s.4$	$+2^s.95$	64° 1′ 5″	$+19''.7$	I_4	eS	eF	p dif
2		41 13.3	»	1 28	»	I_5	S	vF	l 230, p dif
3		41 17.5	»	3 46	»	II_1	S	pF	pBN, W to pB ✱ nf
4		41 31.8	»	6 53	»	I_3	S	F	l 330, p dif
5		42 15.4	»	0 49	»	I_1	vS	pF	!, gbM, pFN
6		42 43.9	»	14 44	»	I_4	S	F	pR, p dif
7		43 8.9	»	6 53	»	II	eS	pF	ll N 285, A' & W'
8		43 20.2	»	12 22	»	I_2	eS	F	pR, vFN, W'
9		43 21.8	»	11 33		I_2	eS	F	pR, pFN, W', — 64^{m}9 Ↄ 8, 64°9 > 8
10		43 38.7	»	8 26	»	I_4	S	vF	pR, ph, ? eFN
11		43 51.2	»	12 53	»	I_3	eS	vF	dif, FlN 280
12		43 52.7	»	12 58	»	II	S	eF	iF, dif, conn 64°11
13		43 55.6	»	13 34	»	I_1	vS	pF	pR, pFN, — 64°13 Ↄ 9 Ↄ 10
14		43 57.8	»	17 45	»	I_1	pL	pF	!, dif, pFN, A'
15		44 15.2	»	17 4	»	II_1	eS	F	iF, gbM
16		44 28.3	+2.94	3 43	»	I_2		eF	neb ✱, W', l Ch sp
17		44 44.2	»	3 34	»	I_4	S	F	ell 340, ph, — pB ✱ sp
18		44 58.3	»	9 50	»	I_3	eS	F	l 340, F stell N
19		45 7.7	»	14 21	»	II	S	F	pR, l dif, A'
20		45 28.0	»	11 4	»	II	eeS	eF	iF, bM
21		45 37.0	»	7 52	»	I_1	vS	pF	R, gbM
22		45 46.3	»	12 2	»	I_3	vS	F	l 260, vFN
23		46 3.9	»	11 45	+19.6	II_1	vS	vF	gbM, iF
24		46 10.8	»	3 27	»	II_1	eS	pF	pFN, lW np, — 64°24 Ↄ 25
25		46 17.1	»	5 4	»	II	S	eeF	iF
26		46 33.6	»	7 59	»	I_3	S	vF	l 240, bi N
27		46 36.9	»	10 35	»	I_1		eF	neb ✱, A'
28		46 46.9	»	10 35	»	I_1	S	vF	dif, FN
29		47 3.1	»	2 32	»	II_1	S	pF	!, dif, pF exc stell N, F ✱ np, — 64°29 [Ↄ 24
30		47 55.4	»	12 35	»	II	S	F	iF, 2 Z' 185
31		48 9.6	+2.93	6 27	»	I_1	vS	F	gbM, FN, A', — 64°29 Ↄ 31
32		49 3.5	»	0 4	»	I_3	vS	vF	l 250, vFN
33		49 5.5	»	3 3	»	I_5	eS	eF	l 310
34		49 10.6	»	3 29	»	II	eS	eF	l 330, iF
35		49 29.0	»	2 8	»	II_1	vS	pF	!, iF, l 240, pFN, — 64°35 Ↄ 36
36		49 31.6	»	10 26	»	I_1	S	F	!, pR, dif, pFN, — 64°36 Ↄ 38
37		49 38.8	»	10 12	»	II	vS	vF	pR, p dif, in l Ch
38		49 44.9	»	13 5	»	II_1	vS	F	iF, FN, l Ch, — 64°38 Ↄ 37
39		50 59.1	»	4 46	»	I_1	S	F	dif, pFN, — eFNn
40		55 29.8	+2.91	4 22	+19.5	I_5	S	eeF	l 260, — 2 ? neb ✱' f
41		55 32.1	»	3 46	»	II_1	S	pF	pFlN, W
42		55 36.4	»	2 52	»	I_3	eS	vF	l 240, l N

6. Wie schon aus der Zeichenzusammenstellung ersichtlich ist, sind die Begriffe

A = Arm
Af = Form des Andromeda-Nebels
Ch = Kette
W = Schwinge
Z = Zone

neu eingeführt worden.*)

Unter einem Arm ist ein vom Centrum ausgehender, im Wesentlichen geradliniger, nebeliger Strahl zu verstehen; er ist nicht zu verwechseln mit der Zone, die nicht in radialer Richtung verläuft.

Als Nebel von der Form des Andromeda-Nebels sind alle solche Nebel bezeichnet worden, die die Structur des grossen Nebelflecks in der Andromeda zeigen, wie sie aus den Photographien allgemein bekannt ist. Solche Nebel sind, wie man aus dem Catalog sieht, sehr häufig, und die Lage ihrer Axen befolgt eine interessante Gesetzmässigkeit, wie man weiter unten sehen wird.

Mit Schwinge bezeichne ich curvenförmig gebogene, nebelige Arme meist spiraliger Form, die stets vom Verdichtungscentrum ausgehen.

Unter Zone verstehe ich eine nicht radial verlaufende, bandartige, geradlinige Verdichtung in einem Nebel, die gewöhnlich von einer Zone geringerer Intensität oder durch ein ganz nebelfreies Band begrenzt wird.

Der Begriff Kette ist, scheint mir, der wichtigste und interessanteste. Eine sehr grosse Anzahl nebeliger Objecte und Sterne besitzt Ketten. Sie gehen immer vom Centrum des Sterns oder des Nebels aus und verbinden oft weithin, stets curvenförmig verlaufend, ganz entfernte nebelige Objecte mit einander, oder helle Sterne mit nebeligen Objecten. Sie sind meist sehr dünn, sehen oft aus wie helle Schlieren, dann wieder wie Fäden in der Gelatine. Oft bestehen sie aus vielen kleinsten Knötchen, die wie auf eine Schnur gereihte Perlen aussehen.

Ich habe schon früher auf diese Ketten verschiedentlich aufmerksam gemacht und man hat verschiedentlich versucht, mich darin zu widerlegen. Es ist aber für mich trotz aller Einwendungen und Gegenbehauptungen kein Zweifel vorhanden, dass die Gebilde auf keiner zufälligen Anordnung beruhen, oder gar der Platte ihre Entstehung verdanken. Dafür ist die »Erscheinung der Kettenbildung« zu regelmässig und systematisch. Vor allem zeigt es sich, dass die Gebilde von Platte zu Platte bestehen bleiben.

Einen ganz überraschenden Anblick gewähren sie unter dem Stereokomparator, durch den auch bereits in einigen Fällen erwiesen werden konnte, dass solche merkwürdigen Objecte von Platte zu Platte ungeändert bestehen bleiben und ganze Gegenden des Himmels wie mit einem Netzwerk überspinnen. Ich hoffe, in absehbarer Zeit Sichereres und Brauchbareres über diese interessanten Himmelsgebilde mittheilen zu können, als es hier schon möglich wäre, und beschränke mich deshalb vorläufig auf diese kurze Mittheilung.

7. Besondere Sorgfalt wurde darauf verlegt, die Nebel des Dreyer'schen Cataloges zu identificiren und zu vergleichen. Um jede Beeinflussung zu vermeiden, wurde der Dreyer'sche Catalog erst geöffnet, nachdem die ganze Messung abgeschlossen war und die Coordinaten unserer Objecte berechnet waren. Erst dann wurden die Zahlen verglichen. Nur eine relativ geringe Zahl von Objecten war nicht gut identificirbar und sechs waren nicht vorhanden. Von diesen wurden drei nachträglich auf den Platten gefunden; sie waren mir entgangen, weil es nebelige Sterne von kleinem Durchmesser waren, welche ich für Sterne gehalten hatte. Die drei andern konnten überhaupt nicht auf den Platten gefunden werden. Sieben andere Objecte, deren Nummern unten angegeben werden, waren sehr schwer zu identificiren, weil an den vom N.G.C. gegebenen Orten trotz eifrigsten Suchens nichts zu finden war und angenommen werden musste, dass die Oerter im N.G.C. sehr falsch sind. Für sie wurden die am nächsten stehenden, einigermassen auf die Beschreibung passenden Nebel genommen. Sie sind in der folgenden Liste wie oben im Catalog mit Fragezeichen versehen. Bei dieser Revision der Platte wurden noch drei von mir vorher übersehene neue Nebel gefunden. Sie waren allerdings sternähnlich; aber doch ist damit erwiesen, dass mir sicher eine grössere Anzahl schwacher Nebel entgangen ist.

In dem Catalog finden sich die folgenden Nebel aus dem Dreyer'schen N.G.C.

N.G.C.		N.G.C.		N.G.C.	
4613	= 63°003	4745	= 61°092	4827	= 62°248
4614	= 63°004	4747	= 63°112	4828	= 61°158
4615	= 63°005	4787	= 62°220	4839	= 61°169
4670	= 62°081	4788	= 62°222	4840	= 61°177 (?)
4673	= 62°084	4789	= 62°223	4841	= 60°091
4692	= 62°132	4793	= 60°068	4842	= 61°179
4702	= 62°145 (?)	4798	= 61°119	4848	= 61°205
4712	= 63°095	4805	= 61°123 (?)	4849	= 62°281 (?)
4715	= 61°077	4805	= 61°126 (?)	4849	= 62°283 (?)
4721	= 61°081	4807	= 61°128	4850	= 61°216
4725	= 63°102	4816	= 61°148	4851	= 61°217
4728	= 61°082	4819	= 62°238	4853	= 61°227
4735	= 60°046	4821	= 62°241	4854	= 61°236
4738	= 60°048	4824	= 61°157	4858	= 61°259

*) Es sei hier noch ausdrücklich auf die Helligkeitsvergleichung einander ähnlicher Nebel aufmerksam gemacht. Da die Photographie eine solche gestattet, und ich sie für ganz besonders nützlich hielt, so habe ich sie, wo immer möglich, ausgeführt und der Beschreibung beigefügt.

N.G.C. 4859 = 61°260	N.G.C. 4882 = 61°368	N.G.C. 4919 = 61°468
4860 = 61°262	4883 = 61°359 (?)	4921 = 61°175
4864 = 61°275	4886 = 61°371	4922 = 60°169
4865 = 61°284	4889 = 61°381	4923 = 61°477
4867 = 61°282 (?)	4892 = 62°326	4926 = 61°493
4869 = 61°292	4894 = 61°399	4927 = 61°495
4871 = 61°314	4895 = 61°400	4929 = 61°531
4872 = 61°320	4896 = 60°143	4931 = 61°542
4873 = 61°322 (?)	4898 = 61°402	4934 = 61°555
4874 = 61°329	4906 = 61°429	4943 = 61°575
4875 = 61°338	4907 = 61°440	4944 = 61°580
4876 = 61°354	4908 = 61°443	4957 = 61°618
4881 = 61°365	4911 = 61°451	4961 = 61°619

Die folgenden drei Nebel des Dreyer'schen Generalcataloges konnten nicht aufgefunden werden:

N.G.C. 4797 von d'Arrest
4817 » Bigourdan
4884 » d'Arrest.

Ich möchte mit Sicherheit sagen, dass kein Nebelfleck an den von Dreyer angegebenen Orten steht.

Bei den folgenden sieben Nebelflecken war die Identificirung fraglich und mehr oder weniger unsicher:

N.G.C. 4702 von d'Arrest
4805 » Bigourdan
4840 » W. Herschel, d'Arrest
4849 » d'Arrest
4867 » d'Arrest, Bigourdan
4873 » d'Arrest, Bigourdan
4883 » d'Arrest, Bigourdan.

An den im N.G.C. für diese Objecte angegebenen Orten steht jedenfalls kein Nebel. Jedesmal lassen sich aber nicht sehr weit davon Nebel finden, die vielleicht mit den gesuchten identificirt werden können. Dies ist im Catalog geschehen und ein Fragezeichen der Nummer des N.G.C. beigesetzt, wie bereits oben bemerkt wurde. Die N.G.C.-Positionen aller helleren Nebel stimmen gut mit meinen überein. Je schwächer der Nebel, um so schlechter im Allgemeinen die Uebereinstimmung.

Der N.G.C. gibt im Ganzen 82 Nebel auf der von meinem Katalog bestrichenen Fläche. Von diesen sind nur 3 nicht zu finden und 7 unsicher; das ist bei der Unsicherheit der optischen Nebelbeobachtungen ein recht befriedigendes Resultat.

An Stelle der vorhandenen 79 Nebel des N.G.C. gibt unser Catalog 1528 Positionen. Das Verhältniss der Zahl der bekannten zur Zahl der neuen Nebelflecken ist daher

1 : 19

d. h. auf einen alten Nebelfleck kommen 19 neue Nebel. Mit andern Worten, es waren

5 %

der Nebel in dieser allerdings sehr eifrig von d'Arrest und Bigourdan durchsuchten Gegend bereits bekannt. Das Verhältniss stellt sich also hier etwas anders wie zwischen Praesepe und Milchstrasse, wo nur zwei Procent der photographischen Nebel bekannt waren*). Immerhin ist die Anzahl der Nebel und die »Nebeldichte« in der behandelten Gegend eine ungeheuer grosse. Besonders in den dichtesten Gegenden ist der Anblick ein ganz eigenartiger und überwältigender, um so mehr als dort diese kleinen Nebel keineswegs abnorm kleine und schwache, sondern im Gegentheil meist recht kräftige und auffallende Objecte sind.

8. Der Catalog umfasst eine Gegend, welche nach meinen derzeitigen Erfahrungen die allermeisten kleinen Nebel auf engstem Raume enthält. An sie knüpfen sich verschiedene interessante Fragen. Für mich speciell handelte es sich um die Ausbildung der Methode für die Messung und Darstellung, und dazu bot eine so stark mit Nebeln überfüllte Platte das geeignetste Beispiel. Im Allgemeinen ist aber diese Gegend auch für die Ansichten von der Constitution des Himmels von besonderer Bedeutung.

Es ist ja seit Herschel bekannt, dass die kleinen Nebel des Himmels sich in gewisser Beziehung zur Milchstrasse ordnen, so dass im Allgemeinen, wenigstens auf der Nordhemisphäre, die »Nebeldichte« gegen den Milchstrassenpol hin zunimmt.**)

*) M. Wolf, Sitzungsberichte der Königl. bayerischen Academie 1901, II. p. 126.
**) Vergl. die schöne Darstellung von Stratonoff, Publications de Tachkent No. 2.

Nachdem ich diesen interessanten Nebelhaufen gefunden hatte*), sah ich, dass er sich in ganz unmittelbarer Nähe des Poles der Milchstrasse befand. Es lag daher die Frage nahe, ob hier im Kleinen nochmals eine systematische Zunahme der »Nebeldichte« gegen ein Centrum hin nachweisbar ist, und ob sich der Pol der Milchstrasse selbst durch die Anhäufung dieser Objecte dem Auge sozusagen zu erkennen gibt.

Aus diesem Grunde habe ich noch versucht, die **Vertheilung** der Nebel über die betreffende Himmelstelle zu studiren. Das Resultat der Abzählung ist in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Es ist darin die jeweilige Anzahl der Nebelflecken auf jeder Flächeneinheit des untersuchten Theiles des Himmels angegeben.

	0m	59m	58m	57m	56m	55m	54m	53m	52m	51m	50m	49m	48m	47m	46m	45m	44m	43m	42m	41m	40m	39m	38m	37m	36m	35m	
59° 15'–30	—	—	—	—	—	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—
30–45	—	—	—	—	0	0	2	1	3	1	2	1	3	2	1	1	2	0	0	2	1	0	0	—	—	—	—
45–60° 0'	—	—	—	0	1	4	2	0	1	1	3	1	0	1	2	0	1	2	0	1	1	0	0	1	—	—	—
60° 0'–15	—	—	0	0	2	1	0	1	1	2	2	1	0	2	3	0	1	3	5	0	0	2	0	0	0	—	—
15–30	—	0	0	2	3	3	7	3	5	5	2	1	4	1	3	1	2	0	0	0	3	5	0	1	0	0	—
30–45	—	0	2	3	4	3	2	3	5	3	1	3	0	0	0	2	4	1	0	0	0	3	2	0	0	2	0
45–61° 0'	0	1	4	5	9	16	12	15	5	3	1	4	2	1	4	1	2	1	1	0	1	2	4	0	1	0	0
61° 0'–15	0	1	5	15	19	10	23	15	19	8	4	3	4	2	1	0	1	1	1	0	1	1	1	2	0	0	4
15–30	0	0	9	17	11	14	36	68	10	7	3	7	0	2	1	2	3	1	1	3	0	4	4	3	0	2	1
30–45	1	2	2	9	6	12	13	17	20	16	6	7	1	2	1	1	1	1	4	1	1	5	3	1	6	3	1
45–62° 0'	0	5	5	10	8	8	12	9	10	11	4	5	4	2	5	2	6	5	2	1	2	2	1	3	2	2	3
62° 0'–15	0	2	1	3	6	8	3	10	7	3	5	4	2	4	0	8	3	2	2	5	0	3	9	10	10	2	2
15–30	0	3	1	6	5	10	11	9	1	10	7	1	5	3	4	4	3	2	3	3	6	4	1	5	2	3	1
30–45	—	0	1	4	4	1	2	4	8	4	2	1	2	1	2	3	4	2	1	3	9	4	3	2	4	5	3
45–63° 0'	—	0	1	5	2	3	1	3	6	4	6	2	0	6	2	4	3	5	2	6	10	5	3	1	1	7	6
63° 0'–15	—	0	2	2	2	3	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4	0	2	4	2	7	5	0	4	0	2	2
15–30	—	1	1	2	0	3	0	8	1	1	0	0	0	2	2	1	0	5	3	5	3	8	4	1	2	1	—
30–45	—	—	0	0	4	0	0	6	0	2	0	0	0	2	4	3	3	4	4	2	8	2	2	2	0	0	—
45–64° 0'	—	—	—	0	2	0	1	4	1	1	1	0	4	2	0	0	5	4	2	1	5	1	1	3	0	—	—
64° 0'–15	—	—	—	—	0	3	0	0	0	0	1	7	1	2	6	4	3	7	2	4	0	0	0	—	—	—	—

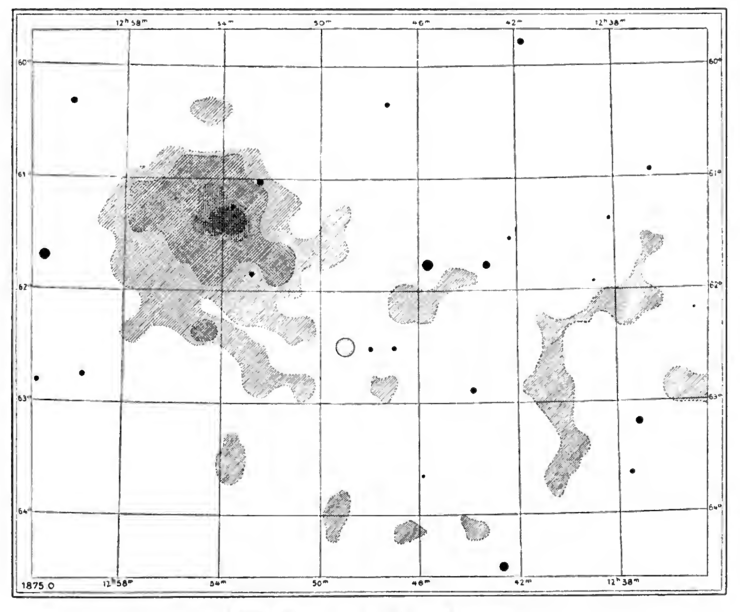
Auf der nachfolgenden Karte habe ich die Vertheilung graphisch dargestellt. Auf derselben ist die Nebelhäufigkeit durch die Schraffirung angedeutet. Wo die Anzahl der Nebelflecken auf die Flächeneinheit von $1^m \times 15'$

0— 5	beträgt,	ist:	nicht	schraffirt
6—10	»	»	1 mal	»
11—20	»	»	2 »	»
21—40	»	»	3 »	»
über 60	»	»	4 »	»

Man sieht so besser als aus der Tabelle, in welcher Weise die Nebelflecken sich auf den in Betracht kommenden Raum vertheilen.

---

*) Astronomische Nachrichten No. 3704, p. 127, 1901.



Nebelvertheilung um den Pol der Milchstrasse

Aus der Tafel und besonders aus der Karte erhellt auf den ersten Blick, dass eine systematische Vertheilung der Nebel in dieser Gegend zu beobachten ist.

Auf der Karte sind nur diejenigen Theile schraffirt, welche mehr als 5 Nebel auf der Flächeneinheit von $1^m \times 15'$ enthalten. Die scheinbar leeren Stellen sind also noch sehr dicht mit Nebelflecken bestanden. Diejenigen Stellen, welche mehr als 5 Nebelflecken in der Flächeneinheit enthalten, sind, wie man sieht, in ziemlich unregelmässiger Form über die Fläche zerstreut. Die hauptsächlichste Nebelanhäufung hat ihr Centrum in

$$\text{A.R.} = 12^h 54^m\!.0 \qquad \text{N.P.D.} = 61^\circ\!.7;$$

eine zweite, aber viel schwächere, bildet eine von Süden nach Norden lange Insel, deren Mittelpunct etwa in

$$12^h 40^m\!.5 \qquad 62^\circ\!.5$$

liegt. Die kleineren und noch unbedeutenderen Inselchen liegen in

$12^h 34^m\!.5$	$62^\circ\!.8$
45.5	62.1
46.5	64.2
47.5	62.8
49.5	64.0
53.5	63.5
54.5	60.4.

Sie liegen alle rings um den Pol der Milchstrasse, dessen Lage auf der Karte durch einen Ring angedeutet ist. Selbstverständlich lässt sich von einem so complicirten Gebilde, wie es die Milchstrasse ist, kein genauer Pol angeben. Nehmen wir für denselben den Ort von Houzeau, wie ihn Seeliger verwandt hat

$$\text{A.R.} = 12^h 49^m \qquad \text{N.P.D.} = 62^\circ\!.5,$$

so schliessen obige Gruppen einen Gürtel um diesen Pol herum.

Die Hauptnebelgegend liegt aber anderthalb Grad nordöstlich von diesem Milchstrassenpol und zwar etwa an der Stelle

$$\text{A.R.} = 12^h 53^m\!.5 \qquad \text{N.P.D.} = 61^\circ 20'.$$

Um diesen Punct, der also practisch mit dem gegenwärtig für den Milchstrassenpol angenommenen Ort zusammenfällt, drängen sich nun die Nebelflecken gesetzmässig zusammen.

Wir reden hier nur von Nebelflecken, weil sie auf den Platten so aussehen. Es können aber sehr gut auch Sternhaufen sein, die wir nicht aufzulösen vermögen. In vielen Fällen spricht sogar das Aussehen sehr für diese Annahme.

Es ist sofort zu sehen, wenn man die Tabelle oder die Tafel betrachtet, dass das Zusammendrängen der Nebel immer stärker wird, je weiter man in's Innere der Hauptinsel eindringt. Je näher man dem Puncte grösster Dichtigkeit kommt, umso dichter treten auch die Nebel an einander, so dass auf dem innersten Quadratgrad mehr als 320 einzelne Nebelflecken beisammen stehen. An der dichtesten Stelle dieses »Weltpoles« finden sich mehr als 70 Nebel auf der Fläche von $^1/_{16}$ Quadratgrad.

Wir finden also hier ein völlig gesetzmässiges Verhalten in der Anordnung dieser fernen Welten; und dieser ungeheure Reichthum führt uns so eine Ordnung im Weltsystem vor Augen, die sicher für die Erkenntniss des Universums von allergrösster Bedeutung ist, von der wir uns aber auch zugestehen müssen, dass wir noch lange keine erschöpfende Erklärung für sie werden finden können.*)

9. Bei der Ausmessung der Coordinaten der Nebel auf der Platte und der gleichzeitig ausgeführten Beschreibung ihrer Gestalt fiel mir auf, dass die meisten andromedanebelartigen Gebilde ungefähr dieselbe scheinbare Lage im Raume besitzen.

Ich habe desshalb nach der Fertigstellung des Cataloges alle Nebel, die als länglich bezeichnet sind, und bei denen ich Positionswinkel geschätzt hatte, zusammengestellt und geordnet, um zu sehen, ob sich wirklich eine derartige Gesetzmässigkeit entdecken lässt.

In der folgenden Tabelle ist die Anzahl der Nebel bezüglich ihrer Positionswinkel geordnet und nach Rectascensionen in Gradzonen zusammengefasst:

---

*) Es wäre interessant zu prüfen, ob die Coordinaten der dichtesten Stelle (A.R. $12^h 53^m\!.5$, N.P.D. $61^\circ 20'$) den Milchstrassenpol nicht besser darstellen, als die Coordinaten Houzeau's.

Positionswinkel.

A.R.	N.P.D.	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°	95°	100°	105°	110	115°	120°	125°	130°	135°	140°	145°	150°	155°	160°	165°	170°	175°
$12^h 35^m.0 - 39^m.0$	60°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—
39.0 — 43.0		2	—	—	—	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
43.0 — 47.0		1	1	—	—	—	—	2	1	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
47.0 — 51.0		—	—	—	—	1	—	—	—	2	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
51.0 — 55.0		7	—	—	—	1	—	—	1	2	—	2	—	2	1	—	1	—	—	1	1	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—
55.0 — 59.0		1	—	1	—	—	—	1	1	1	1	1	1	—	1	2	—	4	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	1	—
$12^h 35^m.0 - 39^m.0$	61°	—	—	—	1	—	—	—	1	—	1	—	1	—	—	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
39.0 — 43.0		—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
43.0 — 47.0		1	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	3	—	1	—	1	—	1	—	—	2	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	1	—	—
47.0 — 51.0		—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	2	1	1	1	—	—	—	2	—	2	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
51.0 — 55.0		2	—	—	1	3	—	4	—	5	1	4	6	3	3	5	2	4	—	3	1	1	—	3	1	3	—	5	2	—	—	1	1	1	—	1	—
55.0 — 59.0		1	—	—	—	—	—	2	1	1	1	2	—	3	1	—	1	2	1	2	—	3	1	3	3	2	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—
$12^h 35^m.0 - 39^m.0$	62°	1	—	1	—	1	1	2	—	—	1	1	—	3	—	2	—	—	—	—	—	1	—	—	—	2	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—
39.0 — 43.0		2	1	—	—	—	—	2	—	1	—	—	—	—	—	2	—	—	—	1	—	2	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
43.0 — 47.0		1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	2	—	2	—	—	—	2	1	1	—	1	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
47.0 — 51.0		1	—	—	—	—	1	—	—	—	1	2	—	2	2	2	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—
51.0 — 55.0		2	—	—	—	4	—	—	—	3	—	1	—	2	1	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	2	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
55.0 — 59.0		—	—	—	—	—	—	1	—	3	—	1	—	3	—	1	—	2	—	1	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
$12^h 35^m.0 - 39^m.0$	63°	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
39.0 — 43.0		—	—	1	—	2	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—
43.0 — 47.0		1	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	1	—	3	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—
47.0 — 51.0		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
51.0 — 55.0		1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
55.0 — 59.0		—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summen .		25	2	3	2	13	3	17	7	21	9	18	11	26	13	20	6	16	2	19	5	11	4	16	7	17	2	12	5	2	0	8	2	5	2	3	—

Die Tabelle zeigt unmittelbar, dass ein persönlicher Schätzungsfehler in den Positionswinkeln auftritt. Die Zehner kommen immer häufiger vor als die Fünfer. Das ist bei der Kleinheit der Objecte und der Schwierigkeit der Schätzung natürlich; um so mehr, als mein Kreis nur von 10 zu 10 Grad getheilt war.

Um eine von diesem Fehler freie Uebersicht zu haben, fasse ich daher immer vier benachbarte Winkel zu einer Gruppe zusammen. Dann ergibt sich für die untersuchten 334 Nebel:

Einen	Positionswinkel	von	0°— 15°	besitzen	32	lange	Nebel
»	»	»	20°— 35°	»	40	»	»
»	»	»	40°— 55°	»	59	»	»
»	»	»	60°— 75°	»	65	»	»
»	»	»	80°— 95°	»	42	»	»
»	»	»	100°—115°	»	38	»	»
»	»	»	120°—135°	»	36	»	»
»	»	»	140°—155°	»	12	»	»
»	»	»	160°—175°	»	10	»	»

Daraus ersehen wir, dass sich meine Vermuthung thatsächlich bestätigt. Die Richtungen aller länglichen Nebel gruppiren sich um den Positionswinkel 60°.

Das hatte ich so aus dem allgemeinen Eindruck, den ich beim Messen nach und nach erhalten hatte, erwartet. Nur hatte ich damals 50° dafür annehmen zu müssen geglaubt.

Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass die Erscheinung am ausgesprochensten in jener Gegend ist, wo die Zusammendrängung der Nebelflecken auf den engsten Raum stattfindet. Je weiter wir uns von diesem Pol entfernen, desto mehr nimmt sie ab.

Es wäre verfrüht, irgend welche Speculationen an dieses merkwürdige Resultat zu knüpfen. Immerhin möchte ich nicht versäumen, es der allgemeinen Aufmerksamkeit zu empfehlen.

Königstuhl, März 1902.



Die Umgebung des Orion-Nebels.

(Nach einer phot. Aufnahme von M. Wolf.)

Die Verth[illegible]

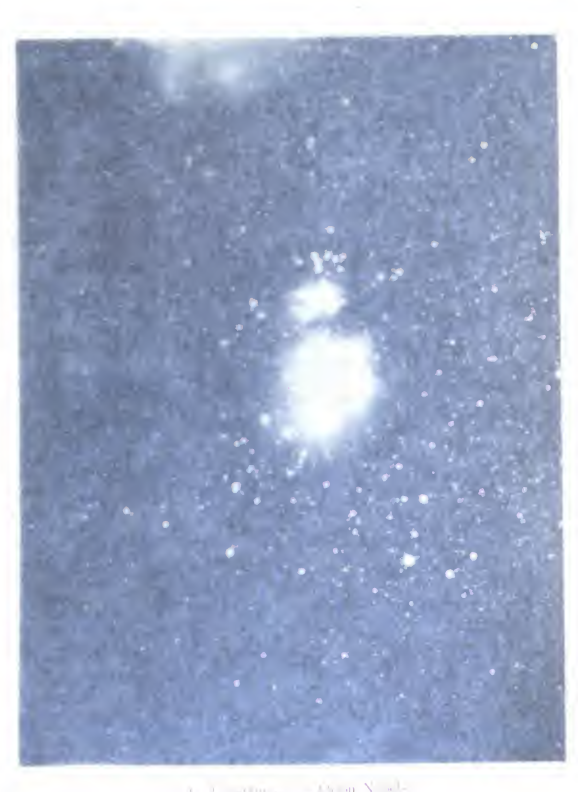
um d[illegible] gross[illegible]

[illegible]

[illegible] ganz auffallend. Von [illegible] Nebeln ist Herschel IV [illegible] besonders bemerkens[illegible] [illegible] eine breite, [illegible] sternenleere Zone, die sich nach N zu fortsetzt. Andere [illegible] Milchstrasse noch z. B. bei den [illegible] um 15 Monoceros, südlich von α Cephei [illegible] u. s. w. Schwach ausge[illegible] ist die Erscheinung in der Umgebung der Plejaden; [illegible] deutlich sichtbar.

Allen diesen [illegible] Beispielen ist noch das eine gemeinsam: wenn nicht, wie bei [illegible] Sternenleere in den [illegible] umschliessenden Sternwolken [illegible], so gehören die wenigen [illegible] zu den hellsten, [illegible] an den Lücken eher eine Zunahme an helleren Sternen gegenüber [illegible]

[illegible]



[illegible] Orion Nebula

Die Vertheilung der Fixsterne

um den grossen Orion-Nebel und den America-Nebel

von **A. Kopff.**

Die zahlreichen photographischen Aufnahmen des Orion-Nebels, die schon früher auf der Privatsternwarte in Heidelberg und nun mit dem Bruce-Teleskop des astrophysikalischen Observatoriums von Professor Wolf gemacht wurden, zeigen alle die eigentliche Nebelmasse von einer sternarmen Zone umgeben, die sich sowohl nach SE ausdehnt als auch nach NE bis an den Nebel um ζ Orionis erstreckt. Diese merkwürdige Erscheinung gab den Anlass zu der vorliegenden Arbeit, die ich auf Anregung Professor Wolf's ausgeführt habe.

Die Thatsache, dass die grösseren Nebelflecken und ausgedehnteren Nebelmassen vorangehenden und nachfolgenden Regionen wenige oder gar keine Sterne enthalten, war schon Herschel bekannt. Er pflegte sogar — wie Arago in seiner »populären Astronomie« erzählt — wenn infolge der Bewegung des Himmels kurze Zeit kein Stern im Gesichtsfeld seines feststehenden Fernrohrs erschien, zu dem ihm assistirenden Schreiber zu sagen: Halten Sie sich bereit, es werden Nebelflecke kommen.

Mit der Einführung der Photographie in die Astronomie wurde die Möglichkeit gegeben, dieser Erscheinung näher zu treten, denn die photographische Platte gestattet einen vollständigen Ueberblick über die Umgebung des Nebels; sie gibt in einem einzigen Gesichtsfeld das, was man sonst aus zahllosen kleinen Theilchen des Himmels zusammentragen musste. Sie erlaubt daher auch auf verhältnissmässig einfache Weise eine zahlenmässige Durchmusterung grösserer Theile des Himmels.

Bei der Durchsicht von Originalaufnahmen oder anderwärts publicirten Reproductionen einiger hervorragender Nebelflecke trat folgende Gesetzmässigkeit zu Tage. Im Allgemeinen zieht um jeden Nebel eine sternenleere Zone, während im Nebel selbst die Anzahl der Sterne wieder zunimmt.

Zu den auffallendsten Beispielen dieser Art gehört neben dem Orion-Nebel der ausgedehnte America-Nebel im Cygnus*), von dem aus, ähnlich wie beim Orion-Nebel, sternarme Streifen zwischen die Nebel um α und γ Cygni hineinziehen. Ebenso ist der Nebel Messier 8 und die mit ihm zusammenhängende, mehr als zehn Quadratgrad umfassende Nebelmasse im S desselben (die Mitte liegt bei ca. $18^h 0^m$ und $-26^\circ\!.4$) von einem sternarmen Bande umschlossen; bei dem nördlich davon gelegenen Trifid-Nebel (Messier 20) tritt jedoch die Erscheinung weit weniger hervor. Die ausgedehnten Nebel um γ Scuti sowie um ϱ Ophiuchi und nördlich von Antares sind von solchen Bändern ganz durchzogen. Besonders bei letzterem sind — nach den Beschreibungen und Bildern von Barnard, A.N. 3301 und Popular Astronomy Vol. V. 1897/98 — die Streifen scharf begrenzt und vollständig schwarz. Sie enthalten keinen einzigen Stern; bei sorgfältiger Prüfung erscheinen sie aber mit feinen Nebeln ausgefüllt, durch welche da und dort der noch schwärzere Himmelsgrund hindurchblickt. Auch hier ist die Verbindung mit der Sternenleere um den nördlich gelegenen Nebel bei ν Scorpii ganz auffallend. Von kleineren Nebeln ist Herschel IV 74 Cephei besonders bemerkenswerth. Rings um diesen Nebel zieht eine breite, beinahe sternenleere Zone, die sich nach N zu fortsetzt. Andere sternarme Stellen finden sich in der Milchstrasse noch z. B. bei den Nebeln um 15 Monocerotis, südlich von α Cephei, bei ϑ Ophiuchi, bei η Carinae u. s. w. Schwach ausgesprochen ist die Erscheinung in der Umgebung der Plejaden; nur im NE ist eine Lücke deutlich sichtbar.

Allen diesen einzelnen Beispielen ist noch das eine gemeinsam; wenn nicht, wie bei ϱ Ophiuchi, eine vollständige Sternenleere in den die Nebel umschliessenden Sternwüsten eintritt, so gehören die wenigen vorhandenen Sterne zu den helleren, so dass in den Lücken eher eine Zunahme an helleren Sternen gegenüber der Umgebung wahr-

*) Man vergleiche auch die beiden diesem Bande beigegebenen Photographien.

zunehmen ist. Besonders fällt dies in den Gegenden der Milchstrasse auf, wo die zahllosen kleinen Sterne ganz plötzlich aufhören und dadurch die Lücke mit ihren helleren Sternen sich um so mehr vom übrigen Theil des Himmels abhebt. Diese Thatsache spricht gegen die Ansicht Ranyards, dass die Lücken durch vorgelagerte dunkle Wolken zu Stande kommen. Aber schon das gemeinsame Auftreten von Nebel und Sternenleere macht einen engen Zusammenhang beider sehr wahrscheinlich. Der langsam weiterziehende Nebel hat — um die Worte Herschel's zu gebrauchen — »die umliegenden Himmelsräume verwüstet«, er hat die kleinen Sterne auf seiner Bahn verschlungen und neue, grössere wieder gebildet. Nebel, grosse und kleine Sterne liegen alle in ziemlich derselben Entfernung von unserem Sonnensystem. Als ein gemeinsames Ganzes, das sich umgestaltet und entwickelt nach uns unbekannten Gesetzen, sind sie Theile eines einzigen Systems.

Vollständig verschieden sind die Verhältnisse bei anderen Nebeln, deren Haupttypus der Andromeda-Nebel bildet. Bei ihnen ist von einer Abnahme der Sterne um den Nebel nichts wahrzunehmen; die umliegenden Sterne scheinen ohne jeden Zusammenhang mit dem Nebel oder Sternhaufen zu stehen. Zu dieser Art gehören ausser dem Andromeda-Nebel, um nur einige Beispiele anzuführen, noch der Spiral-Nebel im Triangulum (Messier 33), der Crab-Nebel im Taurus, der lang ausgedehnte Nebel Herschel's V 19 Andromedae, der prachtvolle Nebel G.C. 3249, oder auch die formlose Nebelmasse Herschel's V 14 Cygni.

Man hat es also hier mit zwei ganz verschiedenen Gattungen von Gebilden zu thun: mit Nebeln, die zu unserem System gehören und mit den umliegenden Sternen in engster Verbindung stehen, und mit Gebilden, die möglicherweise mit unserem System nichts zu thun haben. Ueber den Zusammenhang der Nebelflecke mit den umliegenden Räumen kann uns so die Art der Vertheilung der Fixsterne um diese Nebel noch am leichtesten einigen Aufschluss geben.

Die Dichte der Sterne um den Orion-Nebel sowie um den America-Nebel ist deshalb von mir untersucht worden; die Ergebnisse beider Abzählungen sollen nachfolgend als Beispiele der für die Erforschung des Weltalls so wichtigen Erscheinung gegeben werden.

I. Die Vertheilung der Fixsterne um den Orion-Nebel.

Für die Abzählung der Sterne um den Orion-Nebel wurde eine Aufnahme mit dem Sechzehnzöller *a* des Bruce-Telescops vom 16. Januar 1901 mit einer Belichtungsdauer von $6^h 15^m$ benützt. Die Platte wurde mit Quadraten von 7^{mm} Seite (= 12′) bedeckt und diese den Himmelscoordinaten möglichst genau parallel orientirt. Mit einer orthochromatischen Lupe von Steinheil wurden zweimal alle noch s c h a r f sichtbaren Sterne in jedem Quadrat gezählt; die Anzahl der Sterne konnte jedoch für vier an der dichtesten Stelle des Nebels gelegene Quadrate wegen zu starker Schwärzung der Platte durch den Nebel nicht bestimmt werden. Das Resultat ist in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Die am Rande angegebenen Coordinaten beziehen sich auf die Mitte jedes Quadrats und sind mit Hilfe des Catalogs der B.D., also für 1855.0 bestimmt. (Siehe Tabelle I auf Seite 179.)

Mittels dieser Zusammenstellung ist die Vertheilung der Sterne graphisch dargestellt worden. Die Quadrate wurden mit nach Intervallen von 10 zu 10 Sternen fortschreitender Anzahl zusammengefasst und ihrer Sterndichte entsprechend schraffirt. Es enthalten:

die weissen Flächen weniger als 10 Sterne in jedem Quadrat,
» einfache Schraffirung 10—19 Sterne,
» zweifache » 20—29 »
» dreifache » 30—39 »
» vierfache » 40 und mehr Sterne.

Die die dichteste Stelle des Orion-Nebels umfassenden vier Quadrate wurden weiss gelassen. Die eingetragenen Coordinaten gelten wieder für 1855.0.

Es zeigt sich bei Betrachtung der Karte (p. 180) und der diesem Bande beigegebenen Photographie der Orion-Gegend unmittelbar, d a s s d e r O r i o n - N e b e l v o n e i n e r s t e r n a r m e n Z o n e u m g e b e n i s t. Sie verbreitert sich gegen SE auffallend und erstreckt sich, wie aus anderen Aufnahmen zu ersehen ist, weit über die dargestellte Fläche hinaus, indem sie sich nach S wendet. Allenthalben finden sich darin Spuren von nebligen Wolken, die stellenweise ziemlich kräftig hervortreten. Gegen NW theilt sie sich in zwei Arme, von denen der nördlichere noch in der nordwestlichen Ecke der Karte bemerkbar bleibt. Beide Arme sind durch ein Band feiner Sterne getrennt, das die Nebelmasse mit den aussen liegenden Sternen verbindet. Im E und NE sind grössere sternenarme Stellen. Unmittelbar im N des Orion-Nebels nimmt die Sternendichte zu; hier befindet sich eine Gruppe heller Sterne, und erst nördlich von diesen ist die, wenn auch etwas schwächere Abnahme wahrzunehmen.

In der NE-Ecke des untersuchten Gebietes befindet sich wieder eine Sternenleere, bedingt durch die südlichsten Theile des Nebels um ζ Orionis. Beide Gegenden sind durch einen Streifen mit verhältnissmässig wenigen Sternen (weniger als 20 im Quadrat) mit einander verbunden. Beide Nebel scheinen darnach also im Zusammenhang mit einander zu stehen; thatsächlich zeigt die photographische Untersuchung der Gegend eine feine Nebelmasse*) vom Nebel um ζ Orionis ausgehend, die sich in einem nach SE ausgebogenen, breiten Band in den Orion-Nebel erstreckt. Auf der Karte gibt sich dieses Nebelband durch eine mässige Zunahme der Sterne zu erkennen.

Sogar die Verbindung beider Nebel tritt also in der Vertheilung der Sterne der Umgebung hervor, so dass ein Schluss auf die innere Zusammengehörigkeit von Nebel und Sternenleere keinem Zweifel unterliegt.

*) Wolf, Nature 1897, p. 584.

Tabelle I.

δ \ α	$5^h 39^m 36^s$	38 48	38 0	37 12	36 24	35 36	34 48	34 0	33 12	32 24	31 36	30 48	30 0	29 12	28 24	27 36	26 48	26 0	25 12	24 24	23 36	22 48	22 0	21 12	20 24	19 36
−2° 52′.1	2	5	7	12	9	4	3	13	17	21	25	40	26	23	33	34	25	25	14	16	19	27	12	16	11	24
−3 3.9	14	13	9	12	4	6	5	18	17	26	26	31	35	42	38	34	34	21	15	8	10	15	17	18	19	21
15.8	12	7	16	5	8	6	12	20	15	25	32	34	28	29	38	45	26	28	32	34	24	23	21	20	18	19
27.7	11	12	3	3	4	17	16	14	18	31	25	26	38	38	36	31	18	45	40	34	33	25	21	18	20	23
39.6	12	10	7	8	8	23	27	17	29	33	23	27	31	34	24	31	20	32	29	25	22	14	17	24	17	26
51.5	8	5	6	9	5	22	14	17	14	21	22	32	25	20	16	26	16	22	30	34	23	25	29	15	17	27
−4 3.4	8	12	12	17	17	11	13	22	20	16	24	30	35	25	45	37	37	19	18	31	20	18	16	15	26	26
15.2	9	15	12	16	12	18	18	13	6	11	36	41	42	29	32	45	48	37	33	28	10	7	21	31	30	26
27.1	10	7	23	15	22	9	14	10	21	31	18	22	20	33	29	46	40	34	40	21	4	13	16	20	26	28
39.0	17	13	14	28	28	14	10	12	21	24	20	16	3	19	16	20	16	27	10	4	12	25	33	38	40	24
50.9	14	15	13	24	25	15	13	13	19	24	24	21	9	8	26	20	12	9	4	11	23	26	39	45	38	25
−5 2.8	25	30	17	18	27	22	10	16	16	30	25	15	10	8	17	14	9	9	15	19	22	27	31	39	50	39
14.7	42	20	15	15	15	25	22	9	7	11	14	18	11	14	32	13	13	9	26	27	16	15	27	37	47	33
26.5	29	17	6	12	23	12	18	12	10	5	5	10	6	8	—	—	7	18	13	6	10	30	30	34	37	25
38.4	20	9	16	18	21	19	15	13	22	9	1	4	6	7	—	—	16	6	7	15	20	30	34	42	31	22
50.3	12	32	11	10	17	19	22	18	7	7	5	5	11	11	15	20	7	8	6	16	21	44	21	33	29	25
−6 2.2	21	22	15	19	32	19	14	18	13	10	6	12	7	6	17	14	7	10	12	17	30	33	38	29	24	20
14.1	22	25	23	29	18	18	12	17	17	21	15	5	7	9	16	15	9	18	18	36	30	33	33	32	39	28
26.0	13	26	22	28	17	10	13	12	23	11	11	10	0	15	8	6	19	34	29	29	27	35	37	31	30	35
37.9	20	26	26	18	12	18	10	19	12	18	11	8	8	6	7	6	16	30	32	31	29	24	25	33	30	39
49.7	17	20	19	12	15	30	21	12	18	8	8	8	2	9	9	11	17	41	23	32	47	47	28	31	37	23
−7 1.6	24	27	11	17	14	33	21	17	9	5	2	8	6	4	15	15	24	33	36	30	30	25	32	25	26	32
13.5	24	25	25	14	15	19	23	18	17	2	5	2	6	7	24	24	41	40	25	33	32	35	36	37	26	31
25.4	26	28	21	19	9	13	8	8	4	3	7	6	6	9	22	33	39	31	31	33	31	38	36	27	33	36
37.3	19	15	15	10	24	17	23	3	3	6	3	3	8	13	35	31	50	40	38	45	44	42	36	24	29	29
49.1	21	17	16	17	5	14	8	4	5	4	4	4	2	23	31	35	34	40	32	41	41	41	32	38	34	32
−8 1.0	13	8	15	13	10	16	7	6	4	7	6	4	13	15	42	30	37	35	39	43	33	45	36	35	34	36
12.9	8	2	7	9	7	14	4	6	3	7	8	20	28	33	44	42	31	34	37	29	39	37	33	29	28	33
24.8	9	2	3	7	1	1	1	3	4	5	8	18	39	29	35	42	33	36	31	25	28	41	34	39	27	27
36.7	2	6	2	5	6	4	3	2	3	4	4	29	38	49	35	45	31	30	29	31	33	34	27	29	38	29
48.6	7	6	6	4	2	3	4	5	7	6	11	24	34	36	31	46	48	32	41	37	37	30	26	27	25	20
−9 0.4	4	8	8	7	4	4	1	3	1	7	10	24	49	35	34	35	32	42	37	35	35	28	28	24	27	27
12.3	9	3	8	3	4	5	2	4	4	14	21	28	33	35	33	30	26	24	32	30	24	23	18	19	21	20

Sternvertheilung um den Orion-Nebel



II. Die Vertheilung der Fixsterne um den America-Nebel.

Die Lage dieser Gegend in einem der dichtesten Theile der Milchstrasse bedingt gegenüber der Umgebung des Orion-Nebels eine viel grössere Sterndichte, besonders bezüglich der kleinsten Sterne, die freilich, wie schon früher bemerkt, in den Lücken gänzlich verschwinden. Die die Platte bedeckenden Quadrate wurden hier kleiner gewählt, sie hatten nur 5^{mm} Seite. Sonst war aber die Art der Untersuchung dieselbe wie im ersten Fall. Die benützte Platte war ebenfalls mit dem Sechzehnzöller *a* exponirt, und zwar am 12. und 13. Juli 1901 mit zusammen $4^h 54^m$ Belichtung. Die durch wiederholte Zählungen bestimmten Anzahlen sind in der Tabelle II auf Seite 182 enthalten.

In diesem Fall mussten wegen der grossen nördlichen Declination die Coordinaten jedes Quadrates einzeln angegeben werden. Sie beziehen sich wieder auf 1855.0. Die Tabelle III auf Seite 183 enthält Rectascensionen und Declinationen für die Mitte jedes Quadrats, und zwar die Rectascensionen in stehenden, die Declinationen in schiefen Lettern; Stunde und Grad befinden sich unten bezw. rechts an der Tabelle. So enthält z. B. das Quadrat l 14 die Zahl von 103 Sternen und hat die Coordinaten $20^h 57^m.2 + 44^\circ 20'$.

Bei der graphischen Darstellung wurden diesmal die Intervalle für die Schraffirung grösser genommen. Es enthalten:

die weissen Flächen weniger als 20 Sterne in jedem Quadrat,
» einfache Schraffirung 20—39 Sterne,
» zweifache » 40—69 »
» dreifache » 70—99 »
» vierfache » 100 und mehr Sterne.

Man sieht aus der Karte (p. 184) wieder auf den ersten Blick, und besonders, wenn man sie mit der diesem Bande beigegebenen Photographie dieser Gegend vergleicht, dass der Nebel rings von sternärmeren Gegenden umschlossen wird, die für sich allein fast genau dieselben Umrisse geben, wie sie der Nebel selbst auf der Photographie zeigt. Schon beim blosen Betrachten der Photographie tritt die Sternleere um den Nebel ohne Weiteres hervor, so dass es wenigstens für diesen Schluss kaum der mühsamen Abzählung bedurft hätte.

Das interessanteste und für die Zukunft vielleicht wichtigste Resultat der Abzählung ist, dass dieser Nebel, obwohl er rings von Sternwüste umgeben ist, ebenso wie der Orion-Nebel nicht in der Mitte der Sternwüste liegt, sondern dass beide Nebel nahe am Ende derselben stehen. Der Orion-Nebel nahe dem nordwestlichen Ende, der America-Nebel nahe dem nordöstlichen Ende seiner Sternwüste.

Der ganze südwestliche Theil der abgezählten Gegend enthält dementsprechend nur wenige Sterne, und diese Lücke breitet sich noch weiter gegen α und γ Cygni aus. Am Amerika-Nebel selbst findet eine so plötzliche Zunahme der Sterne statt, dass auf der Karte die Grenze zwischen der Anzahl unter und über 20 Sternen mit der Form des Nebels zusammenfällt. Im NW und N ist ebenfalls eine Abnahme der Sterndichte zu bemerken; zwei Lücken mit weniger als 20 Sternen im Quadrat treten besonders deutlich hervor. Von S zieht andererseits die Sternenleere in nordöstlicher Richtung den Nebel entlang und lässt ihre zwei nach NE und NW gerichteten Ausläufer in der NE-Ecke der Karte erkennen. Ein ziemlich breites Band, das bis zu 100 Sterne im Quadrat enthält, stellt im N die Verbindung des Nebels mit den umliegenden Sternen her. Im S des Nebels ist die Sternenleere durch eine mässige Zunahme der Sterndichte unterbrochen. Im Innern des Nebels nimmt die Anzahl der Sterne sehr stark zu.

Wir finden so beim America-Nebel dieselben Gesetzmässigkeiten wie beim Orion-Nebel, die darauf hindeuten, dass ein ganz enger, innerer Zusammenhang zwischen unseren Fixsternen und diesen Nebelmassen besteht.

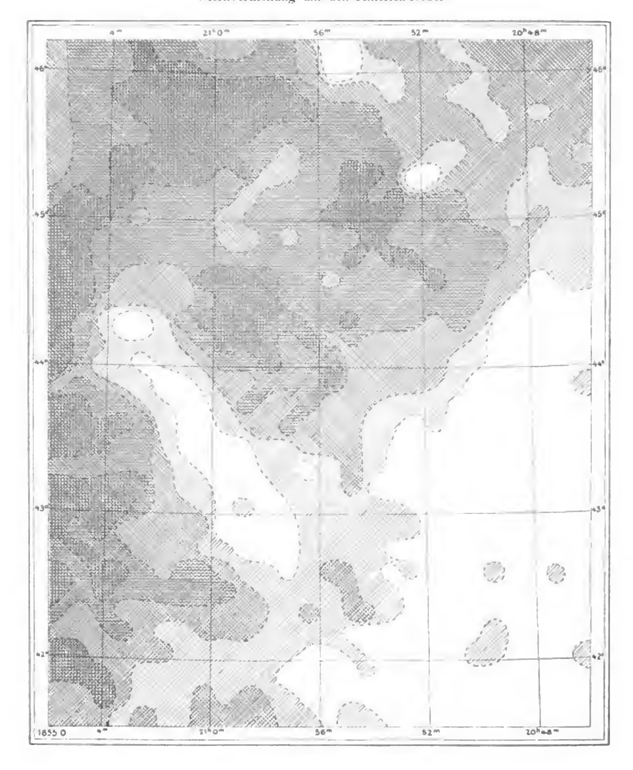
Tabelle II.

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
1	52	94	89	96	104	82	99	62	67	55	73	70	41	12	13	40	41	51	40	39	44	52	68	40	48	41
2	67	86	81	94	115	100	108	98	79	82	91	71	53	19	14	32	31	44	49	46	37	42	47	58	52	49
3	64	85	90	110	111	112	122	123	118	118	110	106	76	62	58	49	35	68	50	38	39	65	58	59	53	47
4	52	75	92	98	108	112	108	116	119	117	125	119	100	96	92	77	55	62	52	50	39	32	42	36	43	46
5	48	70	90	98	90	118	126	95	108	109	90	93	97	78	84	81	62	62	40	46	43	36	46	45	52	44
6	48	86	86	100	124	122	119	118	108	94	74	62	84	96	99	90	90	42	35	31	53	65	46	38	44	38
7	50	92	92	102	106	114	130	129	90	101	50	68	99	96	110	115	98	18	17	59	49	68	55	37	43	46
8	99	108	99	100	94	93	96	86	97	68	71	72	90	82	128	96	112	96	96	70	62	56	35	32	35	32
9	124	120	108	78	62	85	88	70	64	71	84	72	82	108	115	102	104	91	90	83	65	43	38	41	30	32
10	122	133	92	80	75	94	96	78	61	56	72	58	96	95	90	101	98	91	72	89	77	73	41	31	28	29
11	125	102	98	78	90	99	96	86	99	92	86	93	90	88	100	78	116	111	98	90	78	87	59	29	36	30
12	130	133	96	57	46	46	68	103	125	132	125	82	82	66	77	72	79	82	124	88	79	65	48	15	21	23
13	127	130	62	53	50	48	56	75	107	118	125	80	83	80	93	82	90	76	86	85	89	59	18	15	5	10
14	136	78	34	17	15	33	78	105	148	141	120	103	98	88	100	81	88	72	51	76	48	18	9	6	15	9
15	152	95	47	25	21	31	44	84	106	104	104	92	100	69	91	59	68	55	68	66	38	13	14	9	13	10
16	120	68	38	29	16	22	32	67	76	78	106	95	85	118	69	59	51	50	63	38	22	11	9	9	4	11
17	49	72	40	35	42	17	17	34	46	69	90	84	98	100	65	66	42	56	40	25	17	11	14	16	7	24
18	124	115	67	76	37	25	10	11	36	85	60	66	70	55	55	43	31	24	30	14	4	16	14	12	12	9
19	128	129	110	120	80	33	15	18	26	40	51	71	52	61	41	24	22	16	20	9	12	11	14	9	10	15
20	128	108	156	93	85	38	13	11	14	12	34	34	63	50	48	30	12	10	15	17	18	7	9	12	10	14
21	95	88	98	92	83	55	29	12	13	12	23	25	14	27	46	28	8	13	12	15	9	12	8	13	9	7
22	124	110	123	108	100	71	37	20	9	9	12	21	21	24	53	15	8	9	10	10	13	12	9	13	8	15
23	127	106	124	101	99	60	63	35	18	20	10	13	21	22	29	26	25	12	8	5	10	11	7	10	8	6
24	118	98	113	68	67	57	57	46	9	10	5	18	28	31	21	29	30	22	9	14	12	15	12	15	13	16
25	85	104	95	78	53	58	49	25	34	11	8	12	29	35	31	22	15	18	10	10	10	11	12	19	10	13
26	121	95	112	100	86	64	82	74	42	27	24	15	29	48	40	27	19	22	11	8	15	21	10	14	21	13
27	118	88	104	95	74	76	92	77	78	61	21	21	30	27	46	33	26	15	14	14	8	15	10	16	14	15
28	84	61	76	65	59	42	54	58	58	44	40	25	41	32	51	41	22	9	13	12	12	13	10	11	11	12
29	58	53	60	82	56	25	33	52	40	41	34	37	28	37	19	17	18	4	10	12	18	20	17	7	6	6
30	79	84	43	51	44	46	21	36	24	25	27	27	17	15	23	9	13	9	15	17	26	24	8	14	13	21
31	84	80	80	49	36	20	32	32	21	28	20	18	15	12	19	20	11	10	4	14	9	12	8	18	3	12
32	60	51	76	54	25	37	36	44	37	43	32	29	11	13	15	11	15	9	7	9	11	15	7	9	12	11
33	48	64	57	39	55	37	35	46	45	58	56	27	23	14	20	22	8	12	6	12	13	8	11	8	12	7

Tabelle III.

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	
1	6.2 7	5.4 8	4.6 8	3.8 9	2.9 9	2.1 9	1.3 10	0.5 10	59.7 10	58.9 10	58.1 10	57.3 10	56.5 10	55.6 10	54.8 10	54.0 10	53.2 9	52.4 9	51.6 9	50.8 9	50.0 9	49.2 9	48.4 9	47.5 8	46.7 8	45.9 7	46°
2	6.2 59	5.4 59	4.6 59	3.7 0	3.0 0	2.1 0	1.3 0	0.5 1	59.7 1	58.9 1	58.1 1	57.3 1	56.5 1	55.6 1	54.8 1	54.1 1	53.2 1	52.4 1	51.6 0	50.7 0	49.9 0	49.2 0	48.3 0	17.5 0	46.7 0	45.9 59	
3	6.1 50	5.3 50	4.5 51	3.7 51	2.9 51	2.1 52	1.3 52	0.5 52	59.6 52	58.9 53	58.0 53	57.2 53	56.4 53	55.6 53	54.8 53	54.0 53	53.2 52	52.4 52	51.6 52	50.8 52	50.0 52	49.1 51	48.3 51	47.5 51	46.7 50	45.9 50	
4	6.0 42	5.2 42	4.5 42	3.6 42	2.8 43	2.0 43	1.2 44	0.4 44	59.6 44	58.8 44	58.0 44	57.2 44	56.4 45	55.6 45	54.7 45	53.9 45	53.1 44	52.4 44	51.6 44	50.8 44	50.0 44	49.2 44	48.4 44	47.6 43	46.7 43	45.9 43	
5	6.0 34	5.2 34	4.5 34	3.7 35	2.8 35	2.0 35	1.2 35	0.5 35	59.6 36	58.8 36	58.0 36	57.2 36	56.4 36	55.6 36	54.7 36	53.9 36	53.1 36	52.3 35	51.5 35	50.7 35	49.9 35	49.1 35	48.3 34	47.6 34	46.7 34	45.9 34	45°
6	6.0 25	5.2 25	4.5 25	3.7 26	2.8 26	2.0 26	1.2 26	0.5 26	59.6 27	58.8 27	58.0 27	57.2 27	56.4 27	55.6 28	54.7 27	53.9 27	53.1 27	52.4 27	51.6 27	50.8 27	49.9 26	49.2 26	48.3 26	47.6 26	46.8 25	46.0 25	
7	6.0 17	5.2 17	4.4 17	3.7 17	2.8 18	2.0 18	1.2 18	0.4 18	59.7 18	58.8 19	58.0 19	57.2 19	56.4 19	55.6 19	54.7 19	53.9 18	53.2 18	52.4 18	51.6 18	50.8 18	50.0 18	49.2 18	48.4 17	47.6 17	46.7 17	45.9 17	
8	6.0 8	5.2 8	4.4 9	3.7 9	2.8 9	2.0 9	1.2 9	0.4 10	59.7 10	58.8 10	58.0 10	57.2 10	56.4 10	55.6 10	54.8 10	54.0 10	53.2 10	52.4 10	51.6 10	50.8 9	49.9 9	49.2 9	48.4 9	47.7 9	46.8 9	46.0 8	
9	6.0 59	5.2 0	4.4 0	3.6 0	2.8 0	2.0 1	1.2 1	0.4 1	59.7 1	58.8 2	58.1 2	57.2 2	56.4 2	55.6 2	54.8 2	54.0 2	53.2 1	52.4 1	51.6 1	50.8 1	50.0 1	49.2 0	48.4 0	47.7 0	46.8 0	46.0 59	
10	6.0 51	5.2 51	4.4 51	3.6 52	2.8 52	2.0 52	1.2 52	0.4 52	59.7 53	58.8 53	58.1 53	57.2 53	56.4 53	55.7 54	54.8 53	54.1 53	53.2 53	52.4 53	51.6 53	50.8 52	50.0 52	49.2 52	48.4 52	47.7 52	46.8 51	46.0 51	
11	5.9 43	5.2 43	4.4 43	3.6 44	2.8 44	2.0 44	1.2 44	0.4 44	59.6 44	58.8 45	58.0 45	57.2 45	56.4 45	55.7 45	54.8 45	54.0 45	53.2 45	52.4 45	51.7 45	50.8 44	50.0 44	49.2 44	48.5 44	47.7 44	46.8 44	46.0 43	
12	5.9 34	5.2 35	4.4 35	3.6 35	2.8 35	2.0 35	1.2 36	0.4 36	59.6 36	58.8 36	58.0 36	57.2 36	56.4 37	55.7 37	54.8 37	54.0 37	53.2 36	52.4 36	51.7 36	50.9 36	50.1 30	49.3 36	48.5 35	47.7 35	46.9 35	46.1 35	44°
13	5.9 26	5.1 26	4.3 26	3.5 27	2.8 27	2.0 27	1.2 27	0.4 28	59.6 28	58.8 28	58.0 28	57.2 28	56.4 28	55.6 28	54.8 28	54.1 28	53.3 28	52.5 28	51.7 28	50.9 28	50.1 27	49.3 27	48.5 27	47.7 27	46.9 26	46.2 26	
14	5.9 17	5.1 17	4.3 18	3.5 18	2.8 18	2.0 18	1.2 19	0.4 19	59.6 19	58.8 19	58.0 19	57.2 20	56.4 20	55.6 20	54.8 20	54.1 20	53.3 19	52.5 19	51.7 10	50.9 19	50.1 19	49.3 19	48.5 18	47.7 18	46.9 18	46.2 17	
15	5.9 8	5.1 9	4.3 9	3.5 10	2.7 10	2.0 10	1.2 10	0.4 11	59.6 11	58.8 11	58.0 11	57.2 11	56.4 11	55.6 11	54.9 11	54.1 11	53.3 11	52.5 11	51.7 10	50.9 10	50.1 10	49.3 10	48.5 10	47.8 10	47.0 9	46.2 0	
16	5.9 0	5.1 0	4.3 0	3.5 1	2.7 1	2.0 1	1.2 2	0.4 2	59.6 2	58.8 2	58.0 2	57.2 2	56.4 3	55.6 2	54.9 2	54.1 2	53.3 2	52.5 2	51.7 2	50.9 2	50.2 2	49.4 2	48.6 1	47.8 1	47.0 1	46.2 0	
17	5.9 51	5.1 52	4.3 52	3.5 52	2.7 52	2.0 53	1.2 53	0.4 53	59.6 53	58.8 54	58.0 54	57.2 54	56.4 54	55.6 54	54.8 54	54.1 54	53.3 54	52.5 53	51.7 53	50.9 53	50.2 53	49.4 53	48.6 53	47.8 53	47.0 52	46.2 52	
18	5.8 42	5.0 43	4.3 43	3.5 43	2.7 44	1.9 44	1.1 45	0.4 45	59.6 45	58.8 45	58.0 45	57.2 45	56.4 46	55.6 45	54.9 45	54.1 45	53.3 45	52.5 45	51.7 45	50.9 45	50.2 45	49.4 44	48.6 44	47.8 44	47.0 44	46.2 44	
19	5.8 35	5.0 35	4.3 35	3.5 35	2.7 36	1.9 36	1.1 36	0.4 37	59.6 37	58.7 37	58.0 37	57.2 37	56.5 37	55.6 37	54.9 37	54.1 37	53.3 37	52.5 37	51.7 36	50.9 36	50.2 36	49.4 36	48.6 36	47.8 36	47.0 36	46.3 35	
20	5.8 26	5.0 26	4.2 26	3.5 27	2.7 27	1.9 27	1.1 28	0.4 28	59.6 28	58.7 28	58.0 20	57.2 20	56.5 29	55.6 29	54.8 29	54.1 29	53.3 29	52.5 28	51.7 28	50.9 28	50.2 28	49.4 28	48.6 27	47.8 27	47.1 27	46.2 27	43°
21	5.8 18	5.0 18	4.2 18	3.5 18	2.7 19	1.9 19	1.1 19	0.3 20	59.5 20	58.8 20	58.0 20	57.2 20	56.5 20	55.7 20	54.9 20	54.1 20	53.4 20	52.6 20	51.8 20	51.0 19	50.2 19	49.5 19	48.7 19	47.9 18	47.1 18	46.3 18	
22	5.8 0	5.0 9	4.2 10	3.5 10	2.7 10	1.9 10	1.1 11	0.3 11	59.5 11	58.8 11	58.0 11	57.2 11	56.5 11	55.7 11	54.9 11	54.1 11	53.4 11	52.6 11	51.8 11	51.0 11	50.2 10	49.5 10	48.7 10	47.9 10	47.2 10	46.3 9	
23	5.8 1	5.0 1	4.2 1	3.5 1	2.7 2	1.8 2	1.1 2	0.3 3	59.5 3	58.8 3	58.0 3	57.2 3	56.5 3	55.7 3	54.9 3	54.1 3	53.3 3	52.6 3	51.7 2	51.0 2	50.2 2	49.5 2	48.7 2	47.9 2	47.2 1	46.3 1	
24	5.7 52	5.0 52	4.2 53	3.4 53	2.6 53	1.8 53	1.1 53	0.3 54	59.5 54	58.8 54	58.0 54	57.2 54	56.5 54	55.7 54	54.9 54	54.2 54	53.4 54	52.6 54	51.9 54	51.1 53	50.3 53	49.5 53	48.7 53	48.0 53	47.2 53	46.4 53	
25	5.7 44	5.0 44	4.2 44	3.4 44	2.7 45	1.9 45	1.1 45	0.3 45	59.5 45	58.7 46	58.0 46	57.2 46	56.5 46	55.7 46	54.9 46	54.2 46	53.4 46	52.6 46	51.9 45	51.1 45	50.3 45	49.5 45	48.7 45	48.0 45	47.2 45	46.4 45	
26	5.7 36	4.9 36	4.1 36	3.4 36	2.7 37	1.9 37	1.1 37	0.3 37	59.6 37	58.8 38	58.0 38	57.2 38	56.5 38	55.7 38	54.9 38	54.1 38	53.4 38	52.6 38	51.9 37	51.1 37	50.3 37	49.5 37	48.7 37	48.0 37	47.2 37	46.4 37	
27	5.7 27	4.9 27	4.2 28	3.4 28	2.7 28	1.9 28	1.1 28	0.3 29	59.6 29	58.8 29	58.0 29	57.2 29	56.4 29	55.8 29	55.0 29	54.2 29	53.4 29	52.6 29	51.9 29	51.1 29	50.3 28	49.5 28	48.7 28	48.0 28	47.2 28	46.4 27	42°
28	5.7 19	4.9 19	4.1 19	3.5 19	2.6 20	1.8 20	1.1 20	0.3 20	59.5 20	58.7 20	58.0 20	57.2 20	56.5 21	55.7 21	54.9 21	54.2 20	53.4 20	52.6 20	51.9 20	51.1 20	50.3 20	49.5 20	48.8 19	48.0 19	47.2 19	46.4 19	
29	5.7 10	4.9 10	4.1 10	3.4 11	2.6 11	1.8 11	1.1 12	0.3 12	59.5 12	58.7 12	58.0 12	57.2 12	56.5 12	55.7 12	55.0 12	54.2 12	53.4 12	52.6 12	51.8 12	51.1 11	50.3 11	49.5 11	48.8 11	48.0 11	47.2 11	46.4 10	
30	5.7 1	4.9 2	4.1 2	3.4 2	2.6 2	1.8 2	1.1 3	0.3 3	59.5 3	58.7 3	57.9 3	57.2 3	56.5 4	55.6 4	54.9 3	54.1 3	53.3 3	52.6 3	51.9 3	51.2 3	50.4 3	49.5 3	48.8 2	48.0 2	47.3 2	46.5 2	
31	5.6 53	4.8 53	4.1 53	3.3 54	2.6 54	1.8 54	1.0 54	0.3 54	59.5 54	58.7 54	58.0 55	57.3 55	56.5 55	55.7 55	55.0 55	54.2 55	53.4 55	52.6 54	51.8 54	51.1 54	50.3 54	49.5 54	48.8 53	48.1 53	47.4 53	46.6 53	
32	5.6 44	4.8 45	4.1 45	3.3 45	2.6 45	1.8 45	1.0 46	0.2 46	59.5 46	58.8 46	58.0 46	57.3 46	56.5 47	55.7 47	55.0 47	54.2 46	53.4 46	52.7 46	51.8 46	51.1 46	50.3 46	49.6 45	48.8 45	48.1 45	47.3 45	46.5 45	41°
33	5.6 37	4.8 37	4.1 37	3.3 37	2.6 37	1.8 37	1.0 37	0.2 38	59.5 38	58.7 38	58.0 38	57.2 38	56.5 38	55.7 38	55.0 38	54.2 38	53.4 38	52.7 38	51.9 37	51.1 37	50.3 37	49.6 37	48.8 37	48.1 37	47.3 37	46.6 37	
	XXI^h								XX^h																		

Sternvertheilung um den America-Nebel



Beobachtungen veränderlicher Sterne

von **A. Kopff.**

Die nachfolgenden Beobachtungen veränderlicher Sterne erstrecken sich hauptsächlich auf α Herculis, η Aquilae, R und β Lyrae, β Pegasi und α Cassiopeiae vom Juli 1901 an; T Ursae maioris, R Trianguli, sowie die Nova Persei wurden nur vorübergehend beobachtet. Von Januar 1902 ab wurden η und ζ Geminorum und ϵ Aurigae regelmässig verfolgt. λ Tauri ist längere Zeit ausserhalb der Minima beobachtet, ohne dass sich bemerkenswerthe Schwankungen ergaben. Auch bei δ Orionis konnte keine wesentliche Veränderlichkeit wahrgenommen werden; der Stern erschien jedoch mehrmals (1902 März 2, 4, 12) heller als $\varkappa$ Orionis.

Die hellen Variablen — anfangs auch die Nova Persei — wurden mit einem Opernglas (Vergrösserung $3^1/_2$) beobachtet. Zu den schwachen wurde ein Fernrohr von Merz benützt von 83.5 mm Oeffnung, 130 cm Brennweite und 36facher Vergrösserung; an 2 Abenden auch der Refractor von Reinfelder und Hertel von 162 mm Oeffnung, 262 cm Brennweite und 39facher Vergrösserung.

Die Vergleichsterne sind meist dieselben, wie sie J. Plassmann bei seinen Beobachtungen gebraucht hat. Die Helligkeiten zur Ableitung der Grösse der Variablen stammen, wo es nicht besonders angegeben, aus »Photometric Revision of the Harvard Photometry« (Annals of the Astronomical Observatory of the Harvard College Vol. 44—Part I). Im Uebrigen bedeutet: P.D. = Potsdamer Durchmusterung; H. = Hagen, Atlas stellarum variabilium. Die Vergleichsterne der Nova sind nach den Angaben der Supplementary Notes to the Atlas stell. var. aus der »Photometric Durchmusterung« (vol. 45) entnommen.

Die Stufenschätzungen sind im Sinne Variabler minus Vergleichstern ausgeführt, die Zeit ist mittlere Zeit Königstuhl und gibt die Mitte der Schätzungen. Die letzte Columne enthält die mit Hilfe der Stufenschätzungen abgeleitete Grösse des Veränderlichen. Die unter »Himmel« gebrauchten Abkürzungen sind folgende: 1 sehr klar, 2 klar, 3 ziemlich klar, 4 mässig klar; M_1, M_2, M_3 bedeuten schwachen, merklichen, störenden Einfluss des Mondlichtes, w = Wind, St = Sturm, W = Wolken.

α Herculis.

Vergleichsterne:		Grösse:
	δ Herculis	3.05
	η Herculis	3.57
	$\varkappa$ Ophiuchi	3.48
	ι Ophiuchi	4.31

1901	M.Z.K.	Himmel	Anzahl der Beob.	Stufenschätzung $\alpha-\varkappa$	$\alpha-\iota$	$\alpha-\delta$	$\alpha-\eta$	Grösse
Juli 8	$11^h 39^m$	1	3	−1	+4.5	−2	−0.5	3.7
9	11 58	1	2	−1	+4	−2	0	3.7
10	11 6	1, w	3	−0.5	+4	−2	−1.5	3.7
11	11 20	1	3	−2.5	+1	−3.5	−1.5	3.9
12	11 52	1	3	−2.5	+3.5	−3.5	−1	3.9
13	10 54	3, Ci	2	−2	+1	−3.5	−2	3.9
16	11 7	3	3	−2	+4.5	−3	−1.5	3.8
18	10 38	2	2	−1.5	+5.5	−3.5	−2	3.8
19	12 12	2	2	−1.5	+5.5	−3	−2	3.8
26	9 35	2, M_2	1	−1.5	+5	−3	−1.5	3.8
Aug. 3	9 38	3, M_1	2	−1	+5	−2	0	3.6
5	10 4	4	2	+0.5	+4.5	−2	+1	3.5
8	10 34	1	2	+0.5	+5.5	−1	+1.5	3.4

1901	M.Z.K.	Himmel	Anzahl der Beob.	Stufenschätzung				Grösse
				α−κ	α−ι	α−δ	α−η	
Aug. 9	$10^h 20^m$	1, St	2	+1.5	+6.5	+1	+2	3.3
14	10 25	3—4	2	+2	+7	0	+2	3.3
17	9 14	2	2	+2	+8	+2	+3.5	3.1
18	9 45	1	2	+2.5	+6.5	+2.5	+4	3.1
20	8 52	1—2	1	+3	—	+1.5	+4	3.1
21	11 11	1	2	+3.5	+7.5	+2	+4	3.1
22	9 58	3, M_1	2	+3.5	+8	0	+4.5	3.1
23	11 18	1	2	+3.5	—	+1	+4	3.1
24	10 7	3, M_1	2	+3	+8	+1	+4.5	3.1
30	9 20	2, M_2	2	+3.5	—	+2	+4.5	3.0
Sept. 1	9 9	3—4, M_3	2	+3.5	—	+2	+5?	3.0
16	8 58	1	2	+3	—	−0.5	+5	3.1
19	9 42	1	1	+3	—	−1	+4.5	3.1
21	8 36	2	1	+2	—	0	+5?	3.1

η Aquilae.

Vergleichsterne:		Grösse:
	β Aquilae	3.84
	ϑ »	3.23
	δ »	3.39
	ν »	4.81
	ι »	4.28
	58 »	5.56

1901	M.Z.K.	Himmel	Anzahl der Beob.	Stufenschätzung						Grösse
				η−β	η−ϑ	η−δ	η−ι	η−ν	η−58	
Juli 8	$11^h 45^m$	1	3	0	−1.5	−2	+3	+5	—	3.5
9	11 59	1	3	+0.5	−2	−2	+3.5	+4	—	3.5
10	11 30	1, w	4	−1	−2.5	−2	+2	+3.5	—	3.7
11	11 34	1	3	−1.5	−3	−3	+1	+2	—	4.0
12	12 4	1	3	−3	−5	−3	−1	+1.5	+3	4.3
13	11 19	2 (Ci)	3	−2.5	−4.5	−4	−0.5	+3	+3	4.2
16	11 16	3	3	−0.5	−2.5	−3	+1.5	+4	+4	3.8
18	10 54	2	2	−1	−5	−3	+1.5	+3	+4.5?	4.0
19	12 58	2	2	−3.5	—	−6	−0.5	+1	+3	4.5
26	10 46	2, M_2	1	−3	−6	−5	−0.5	+1.5	+2.5	4.4
Aug. 3	9 56	3, M_1	2	−3	−6	−6	−1.5	+1	+3.5	4.5
5	10 30	4	1	+1.5	−2	−1.5	+3	+4.5	—	3.5
8	10 51	1	2	−1	−5	−3.5	+1	+3	+5	4.0
9	11 12	1, St	3	−2	−5	−4	+1	+3	+3.5	4.1
14	10 52	3	2	−0.5	−2.5	−2.5	+1.5	+3.5	+4.5	3.8
17	9 33	3	2	−3.5	−7	−6	0	+2	+3	4.5
18	10 1	1	2	−2.5	−5.5	−6	+1.5	+3.5	+4	4.2
20	9 9	1—2	1	+2	−4	−3	+4	+8?	—	3.7
21	13 27	1	2	−1.5	−4.5	−5?	+2.5	+6	+6.5	3.8
22	10 21	3, M_1	2	−2.5	−5.5	−4.5	+2.5	+6.5	+7	4.0
23	12 51	1	2	−4.5	−7	−6	+2	+6.5	+6.5	4.1
24	10 35	3, M_1	2	−4.5	−7	−6.5	+1	+4	+6	4.3
30	9 37	2, M_2	2	−2.5	−5.5	−6	+1.5	+3	—	4.3
Sept. 1	9 57	3, M_3	1	−4	—	−7	+1.5	+2.5	+5.5	4.3
16	10 16	1	1	−3.5	—	−6	+1.5	+3	—	4.3
19	9 42	1	1	+0.5	−4.5	−3.5	+3.5	—	—	3.8
21	9 2	2	2	−4.5	—	—	+2.5	+6	+6.5	3.9
Oct. 28	9 4	2, M_3	1	−3	—	—	+1.5	+4	—	4.1
Nov. 12	7 11	2, St	1	−3.5	—	−4	+1	—	—	4.3
17	8 13	1, M_1	1	−4.5	—	−3.5	+3	+4	+4.5	4.1
24	7 45	3, M_3	1	−3	—	−4.5	+1	+2.5	—	4.3

R Lyrae.

Vergleichsterne:		Grösse:
	ζ Lyrae	4.24
	η »	4.30
	μ »	5.14
	16 »	5.07
	ϵ »	4.80
	ϑ »	4.58
	$\varkappa$ »	4.30

1901	M.Z.K.	Himmel	Anzahl der Beob.	Stufenschätzung $R-\eta$	$R-\zeta$	$R-\mu$	$R-16$		Grösse
Juli 11	$10^h 25^m$	1	3	+0.5	−1	+3	+4	$R-\epsilon$: +1	4.3
12	12 42	1	3	+1.5	+1	+3	+3		4.2
13	10 14	2 (Ci)	2	−1	−3	+2.5	+3		4.5
16	10 34	3	3	+2	−1	+3	+4		4.2
18	9 49	2	2	+2.5	0	+5	+4.5		4.0
19	13 8	2—3	2	+1	−1	+4	+4.5		4.2
Aug. 3	10 34	3, M_1	2	0	0	+3.5	+3		4.3
8	11 8	1	2	−1	−2.5	+2.5	+2.5		4.5
9	11 34	1, St	2	−1	−2	+3.5	+2.5		4.5
14	11 44	3	2	−2	−3	+2.5	+2		4.6
17	12 9	3—4	1	−3	−4.5	+3.5	+3		4.7
18	11 25	1	2	−1.5	−4	+3	+3	$R-\vartheta$: +1	4.6
20	11 23	1—2	1	−2	−2	+3	+2.5		4.7
21	13 49	1	1	−2.5	−4	+5	+3.5		4.5
22	12 48	2	2	0	−3	+3.5	+3.5		4.4
23	14 5	1	2	+1	−2.5	+4.5	+5.5	$R-\varkappa$: 0	4.2
24	12 53	3	1	0	−3.5	+4	+2.5		4.5
Sept. 1	11 53	3, M_3	1	+2	−2	—	+5	$R-\varkappa$: +0.5	4.2
19	10 57	1	1	+1.5	—	+4	+3.5	$R-\varkappa$: +2	4.2
21	9 35	2	1	+3	−3	—	—	$R-\vartheta$: +0.5	4.4
Oct. 28	9 24	2, M_3	2	+1	+0.5	+2.5	—	$R-\varkappa$: +2	4.2
Nov. 12	7 41	2, St	1	0	−2.5	—	+3.5	$R-\varkappa$: +2	4.3
16	9 52	1	1	0	−2.5	+3	+2		4.5
17	8 22	1	1	−2.5	−2	—	+4.5	$R-\varkappa$: +0.5	4.6
Dec. 4	8 40	1	2	+1	−0.5	+2.5	+2.5		4.3

β Lyrae.

Vergleichsterne:		Grösse:
	γ Lyrae	3.30
	ζ »	4.24
	$\varkappa$ »	4.30
	η »	4.30
	μ »	5.14
	ϑ »	4.58
	o Herculis	3.67
	μ » $(=\mu')$	3.47

1901	M.Z.K.	Himmel	Anzahl der Beob.	Stufenschätzung $\beta-\gamma$	$\beta-\zeta$	$\beta-\varkappa$	$\beta-\eta$	$\beta-\vartheta$	$\beta-\mu$	Grösse
Juli 10	$10^h 57^m$	1, w.	3	−1.5	+2.5	+4	+4	+4	+5	3.7
11	10 33	1	3	−2	+3	+4.5	+5	+5	+6	3.6
12	12 51	1	3	−1	+2.5	+4	+4.5	—	+6	3.6
13	10 22	2 (Ci)	2	−1.5	+2.5	+5	+4.5	—	+7 ?	3.5
16	11 0	3	3	−1	+4	+6	+5	—	—	3.5
18	9 56	2	2	−3.5	−1	+1	+0.5	+1	+4	4.1
19	13 17	3	2	−1.5	+2.5	+3.5	+4	—	+6.5	3.7
Aug. 3	10 41	3, M_1	2	−2	+3.5	+5	+4.5	—	—	3.6
8	11 14	1	2	−1	+3.5	+5	+4.5	—	+7	3.5
10	11 50	1	2	−2.5	+2.5	+4.5	+5	—	—	3.6

1901	M.Z.K.	Himmel	Anzahl der Beob.	Stufenschätzung							Grösse
				$\beta-\gamma$	$\beta-\zeta$	$\beta-\varkappa$	$\beta-\eta$	$\beta-\vartheta$	$\beta-o$	$\beta-\mu'$	
Aug. 17	$11^h 53^m$	3	2	−1.5	+4	+7	+6.5	—	—	—	3.4
18	11 23	1	1	−1.5	+3.5	+3.5?	+6	—	—	—	3.5
20	11 30	1−2	1	−2	+2	+4	+4.5	—	—	—	3.7
21	13 53	1	1	−3	+5	+7	+5.5	—	—	—	3.5
22	12 17	2	1	−2	+4.5	+7.5	+7	—	—	—	3.4
23	14 12	1	2	−1	+5	+7.5	—	+6.5	+5	+3	3.3
24	13 6	3	1	−2	+3.5	+4.5	—	+7	+3.5	+1.5	3.4
30	12 20	2, M_2	1	−2	+4	+5.5	+6.5	—	+5	+1.5	3.4
Sept. 1	12 6	3, M_3	2	−3.5	+4	—	—	—	+1	—	3.7
19	10 50	1	1	−3	+5	—	—	—	+2	0	3.6
21	9 28	2	1	−4.5	−1.5	+2	+3.5	+1.5	—	—	4.0
Oct. 28	9 20	2, M_3	1	−2.5	+2	+4.5	—	—	—	—	3.7
Nov. 12	7 35	2, St	1	−3	+2	+3	—	+3.5	—	—	3.8
16	9 58	1	1	−0.5	+3.5	—	—	+4.5	—	—	3.5
17	8 28	1	1	−2.5	+2.5	+4.5	—	—	—	—	3.7
25	9 21	2, M_3	1	−2	+1	+3.5	—	+1	—	—	3.9
Dec. 4	8 35	1	2	−1.5	+3.5	+4.5	—	+5	—	—	3.6

β **Pegasi.**

Vergleichsterne:		Grösse:
	α Pegasi	2.61
	γ »	2.80
	μ »	3.60
	η »	3.20
	α Andromedae ($= \alpha'$)	2.09

1901	M.Z.K.	Himmel	Anzahl der Beob.	Stufenschätzung					Grösse
				$\beta-\alpha$	$\beta-\gamma$	$\beta-\alpha'$	$\beta-\mu$	$\beta-\eta$	
Juli 9	$11^h 29^m$	1	3	+1	+3	−1.5	+3	+3	2.5
10	11 45	1, w	4	−1	+3	−2	+4	+3	2.6
11	12 8	1	3	−0.5	+3	−2	+4	+2	2.6
12	11 55	1	3	−1.5	+3	−2	+5	+3.5	2.5
13	11 28	2 (Ci)	3	−2	+3.5	−3	+4	+2.5	2.7
16	11 33	3	3	+1	+4.5	−1	+4.5	+3	2.4
18	11 2	2	2	+1.5	+5.5	−2	+5	+3	2.4
19	12 52	2−3	3	−1	+3.5	−1.5	+5	+3	2.5
Aug. 3	11 2	3, M_1	1	+2.5	+5	−1	+5	+3	2.3
8	10 50	1	2	−2?	+3	−2	+4	+3	2.6
9	10 44	1, St	2	+1	+4	−2	+4	+2.5	2.5
10	11 11	4	1	−2	—	−1.5	+6	+4.5	2.5
14	11 5	3	2	+1.5	+4	0	+5.5	+3	2.3
17	10 30	3	2	−1	+4	−2.5	+5	+3.5	2.5
18	10 22	1	2	−2	+3	−4	+5	+4	2.6
20	9 8	1−2	1	−2	+2	−3.5	+6	+4.5	2.6
21	14 0	1	1	−1.5	+2.5	−4	+5.5	+4	2.6
22	11 56	2−3	1	−2.5	+3	−4	+6.5	+5	2.6
23	14 18	1	2	−2.5	+2.5	−4.5	+6.5	+5	2.6
24	13 17	3	1	−2.5	+2.5	−3	+7	+5	2.5
Sept. 16	10 26	1	1	−1	+4	—	+6	+4	2.4
19	9 53	1	1	−3	+4	—	—	+4	2.6
21	9 10	2	1	0	+3.5	—	+7?	+3.5	2.4
Nov. 12	7 20	2, St	1	−1.5	+1.5	−2.5	—	+3	2.7
16	9 50	1	2	+1	+3	−2.5	—	+4.5	2.4
17	8 39	1	1	−1	+3	−3.5	—	+3.5	2.6
24	7 50	3, M_3	1	−1.5	+3	−1	—	+3.5	2.5
25	9 49	2, M_3	2	−1	+2.5	0	—	+3	2.5
Dec. 4	9 44	1	2	−1.5	+2.5	−2	+4.5	+2	2.6
5	9 58	1	1	−2	+3	−3	+5.5	+2.5	2.6

α Cassiopeiae.

Vergleichsterne:		Grösse:
	β Cassiopeiae	2.44
	γ »	2.23
	δ »	2.77
	ε »	3.40

1901	M.Z.K.	Himmel	Anzahl der Beob.	Stufenschätzung α−β	α−γ	α−δ	α−ε	Grösse
Juli 8	$11^h 25^m$	1	2	+1	+1.5	+3	—	2.4
9	12 9	1	2	0	+1.5	+3.5	+5.5	2.4
10	11 30	1, w	3	−1	+1	+3	+5	2.5
11	11 47	1	3	+1.5	+2	+3.5	+5.5	2.3
12	11 46	1	3	+1	+1.5	+3.5	+5	2.4
13	12 24	4, W	2	+1	+0.5	+3	+5.5	2.4
16	11 25	3	2	−1	0	+3	+6	2.5
18	11 8	2	2	−1.5	0	+3.5	+6	2.5
19	12 34	2−3	2	−1	0	+2.5	+6	2.5
Aug. 3	9 55	3, M_1	2	−0.5	−1.5	+2.5	+6	2.5
8	10 57	1	2	−1.5	0	+2.5	+5	2.5
9	11 1	1, St	2	+1	+1	+3	+6.5	2.4
10	11 6	4	1	+2	+3	+4	+5	2.3
14	10 30	3	1	−1	−2	+3	+6	2.5
17	9 24	3	1	+1 ?	−1	+4	+7	2.4
18	10 32	1−2	2	+1.5	−1.5	+3.5	+7	2.4
20	9 16	1−2	1	+2	+0.5	+3.5	+7	2.3
21	11 32	1	2	+2	+0.5	+4.5	+8	2.3
22	12 48	2	2	+1.5	+1	+4.5	+7.5	2.3
23	11 44	1	2	+1.5	−1	+5.5	+8	2.3
24	10 58	3, M_1	2	+1.5	−1	+4.5	+7.5	2.3
30	12 2	2, M_2	1	+2	−1	+4.5	+9	2.3
Sept. 1	10 25	3, M_3	2	+2	+1	+4.5	—	2.2
16	10 40	1	1	+1.5	+1	+6	—	2.2
19	9 49	1	1	+1.5	−2	+5.5	—	2.3
21	9 19	2	1	+2.5	−1	+5.5	—	2.3
Nov. 12	8 37	2, St	2	−0.5	0	+3.5	—	2.4
16	12 38	1	2	−0.5	+1.5	+4	—	2.3
Dec. 4	9 26	1	1	+1.5	+2.5	+4	+5.5	2.3
5	10 5	1	1	+2 ?	+1.5 ?	+4	+6	2.3

T Ursae maioris.

(B.D. +60°1406.)

Vergleichsterne:		Grösse:
B.D.	60°1416 (= *a*)	8.1 H.
	59°1457 (= *b*)	8.2 »
	60°1413 (= *c*)	8.3 »
	60°1415 (= *d*)	8.5 »
	60°1408 (= *e*)	8.6 »
	60°1405 (= *f*)	8.7 »

1901	M.Z.K.	Himmel	Anzahl der Beob.	Stufenschätzung T−a	T−b	T−c	T−d	T−e	T−f	Grösse
Aug. 21	$11^h 19^m$	1	2	−3.5	−1.5	+0.5	+3.5	+4	+6.5	8.3
22	10 26	2	2	−4	−2	+1	+5	+7	+8.5	8.3
23	11 18	1	2	−3	−1.5	+1.5	+5	+5	+8	8.3
30*)	10 27	2, M_2	2	−2.5	+0.5	+2	+5.5	+6.5	—	8.2
Sept. 1*)	11 3	3, M_3	1	−3	−2.5	+1.5	+5	+7	—	8.3
6	10 6	2	1	−3.5	−2	+1.5	+5	—	—	8.3
19	10 6	1	1	−4.5	−1	−0.5	+2	+3	—	8.4
21	9 52	2	2	—	−3	−3 ?	+3	+4	—	8.4

*) Mit Sechszöller beobachtet.

R Trianguli.

(B.D. +33°470.)

Vergleichsterne:		Grösse:
B.D. 33°454 (= *a*)		5.9 P.D.
33°461 (= *b*)		6.8 »
34°471 (= *c*)		7.0 »
33°481 (= *d*)		7.8 »
33°463 (= *e*)		7.7 H.
33°458 (= *f*)		8.0 P.D.

1901	M.Z.K.	Himmel	Anzahl der Beob.	Stufenschätzung *R–a*	*R–b*	*R–c*	*R–d*	*R–e*	*R–f*	Grösse
Aug. 21	$12^h 14^m$	1 *)	2	—	−3	−2.5	+2	+1.5	+3	7.5
22	12 4	2	2	−7	−2.5	−2	+2.5	+3	+3.5	7.3
23	11 43	1	2	−7	−3	−2	+3.5	+4	+5	7.2
24	11 46	3, M_1	1	−5.5	−3	+0.5	+2.5	+4	+6	7.1
30 **)	11 12	2, M_2	2	−6	−1	+1.5	+4.5	+6	+7	6.9
Sept. 1 **)	13 0	3, M_3	2	−5	+1.5	+3	+5	—	—	6.8

Nova Persei (Ch. 1226).

Vergleichsterne:	Grösse:
B.D. +44°734 (= *a*)	6.5
+45°778 (= *b*)	5.4
+46°760 (= *c*)	6.2
+43°674 (= *d*)	5.4
+43°730 (= *e*)	6.9
+43°732 (= *f*)	7.3

1901	M.Z.K.	Himmel	Anzahl der Beob.	Stufenschätzung *N–a*	*N–b*	*N–c*	*N–d*	*N–e*	*N–f*	Grösse
Aug. 14	$13^h 49^m$	3	5	+1.5	−4	+2	−3.5	+4	—	6.1
18	12 28	1	5	+2.5	−4	+2	−4.5	+2.5	—	6.1
20	11 14	1−2	3	+0.5	−4	+1	−3.5	+4	—	6.1
21 †)	12 19	1	2	−1.5	−5	−1.5	−5	+3	—	6.3
22	11 52	2	2	−2.5	−5.5	−1	−5.5	+4.5	—	6.4
23	13 8	1	2	−2	−6	−2	—	+4	+5.5	6.5
24	12 26	3	1	−2	−5	−1	—	+1.5	+5.5	6.5
30	12 35	2, M_2	1	−2	−5	—	—	—	+5	6.5
Sept. 1	11 14	3, M_3	2	−1.5	−5	−1.5	—	+3.5	+5	6.5
16	10 4	1 ††)	1	−2.5	−5	+0.5	—	—	+6	6.4
19	10 40	1	1	−1.5	−4	+1	—	—	—	6.3

η Geminorum.

Vergleichsterne:	Grösse:
ε Geminorum	3.18
μ »	3.16
ν »	4.16
ϑ »	3.53
Fl. 1 » (= χ)	4.44

*) Objectiv am Ende beschlagen.

**) Mit Sechszöller beobachtet.

†) Von hier ab mit dem Fernrohr von Merz.

††) Objectiv theilweise beschlagen.

1902	M.Z.K.	Himmel	Anzahl der Beob.	Stufenschätzung					Grösse
				$\eta-\varepsilon$	$\eta-\mu$	$\eta-\nu$	$\eta-\vartheta$	$\eta-\chi$	
Jan. 14	$11^h 57^m$	2—3	1	−1.5	−1.5	+3.5	+3	+4	3.3
Febr. 4	10 37	1	2	−2	−1	+4	+2.5	+3.5	3.3
12	10 1	3	1	−2	+2.5?	+4.5	+2.5	+4	3.3
22	11 7	4	1	+1	−1.5	+5	+2.5	+4	3.2
23	9 0	3, M_2	2	−2	−1	+5.5	+3.5	+4.5	3.2
24	10 37	3, M_1	2	−2.5	−2	+5	+3.5	+5	3.2
25	9 48	1, St	2	−2	−1.5	+5.5	+3	+5	3.2
März 2	10 35	4, W	1	−3	−2.5	+6.5	+2.5	+3.5	3.3
3	10 30	2	2	−2.5	−2.5	+5.5	+2.5	+4	3.3
4	10 14	1	1	−2.5	−3	+5	+3.5	+4.5	3.3
5	10 38	1, St	2	−3	−4.5	+5.5	+3.5	+5	3.3
6	10 56	1	2	−2	−3	+5.5	+3	+5	3.3
10	11 12	2	2	−3	−4	+5	+2	+4.5	3.3
12	9 48	3, Ci	1	−2.5	−3.5	+6	+1.5	+4.5	3.3
13	10 26	1, M_2, St	2	−2.5	−3.5	+5	+2	+4.5	3.3
14	11 4	4, M_1	2	−3	−3.5	+4.5	+1.5	+5	3.3
18	9 48	3, M_2	2	−2.5	−3	+5.5	+2	+5.5	3.3
19	9 47	1, M_3	2	−2.5	−3.5	+5	+2.5	+5	3.3

ζ Geminorum.

Vergleichsterne:		Grösse:
	ε Geminorum	3.18
	λ »	3.70
	ν »	4.16
	δ »	3.54
	ε »	4.61

1901/02	M.Z.K.	Himmel	Anzahl der Beob.	Stufenschätzung					Grösse
				$\zeta-\varepsilon$	$\zeta-\lambda$	$\zeta-\nu$	$\zeta-\delta$	$\zeta-\varepsilon$	
Nov. 16	$11^h 13^m$	1	2	−5	−1.25	+4	−1.5	—	3.8
25	10 53	M_2	1	−4	−1	+2	−2	+4.5	3.8
Jan. 14	12 12	2—3	1	−4	−1.5	+2	−2.5	+4.5	3.9
Febr. 4	10 16	1	2	−4	−2	+2.5	−2	+3.25	3.9
12	10 50	3	1	−5	−3	+0.5	−3.5	+1?	4.1
22	10 14	4	1	−5	−3	+0.5	−3	+4	4.0
23	9 20	3, M_2	2	−5	−2	+1.75	−2	+3	4.0
24	10 52	3, M_1	2	−4.5	−1.5	+2.5	−1.75	+4.25	3.9
25	9 53	1, St	2	−5	−1	+3	−1.5	+5.5	3.8
März 2	10 43	4, W	1	−6	−2.5	+1	−3.5	+5	4.0
3	10 42	2	2	−6	−3	0	−4	+3.5	4.1
4	10 19	1	1	−6	−3.5	+1	−4.5	+3.5	4.1
5	10 41	1, St	2	−6	−2.5	+1	−3.5	+4	4.0
6	11 2	1	2	−5	−1.5	+2.5	−3	+3.5	3.9
10	11 19	2	2	−5.5	−0.5	+1.5	−1.5	+6.5	3.8
12	9 52	3, Ci	1	−6	−3	−0.5	−1.5	—	4.1
13	10 32	1, M_2, St	2	−6	−2.5	0	−5	+2.5	4.2
14	10 50	3, M_1	1	−5.5	−2	−1	−4	+3	4.1
19	10 9	1, M_3	2	−5	0	+3	−2.5	+7	3.7

ε Aurigae.

Vergleichsterne:		Grösse:
	ν Aurigae	4.18
	ι »	2.99
	η »	3.26
	ζ »	3.80
	ε Persei (= ε')	2.88

1901/02	M.Z.K.	Himmel	Anzahl der Beob.	Stufenschätzung					Grösse
				$\varepsilon-\nu$	$\varepsilon-\iota$	$\varepsilon-\eta$	$\varepsilon-\zeta$	$\varepsilon-\varepsilon'$	
Nov. 16	11ʰ 24ᵐ	1	2	+2	—	−3.75	+1	−4	3.9
25	10 1	M_2	2	−1	−5	−4.5	−1.5	−3	4.2
Jan. 14	12 20	2−3	1	+0.5	−5	−2	+0.5	−4.5	4.0
Febr. 4	10 10	1	2	+1	−4.5	−2.5	0	−5	4.0
12	10 43	3	1	−0.5	−5	−2.5	−1	−5	4.1
22	10 55	4	1	+2	−5	−3	+1	−5	3.9
23	9 48	3, M_2	2	+1.5	−6.5	−2.5	+1	−5.5	4.0
24	10 18	3, M_1	2	+1	−5.5	−3	−0.5	−5.5	4.1
25	10 1	1, St	2	+1	—	−3	0	−5.5	4.1
März 3	10 48	2	2	−1	−6	−3.5	−0.5	−5.5	4.2
4	10 37	1	1	−1.5	−6.5	−3	+0.5	−6	4.2
5	10 53	1 St	2	+0.5	−6	−2.5	+1.5	−5	4.0
6	11 8	1	2	0	−6.5	−3	0	−5	4.1
10	11 24	2	2	+1	−6.5	−3	−0.5	−6	4.1
13	10 40	1, M_2, St	2	+1	−6	−2.5	+1	−5	4.0
14	11 0	3, M_1	1	+1	−5	−2.5	+1	−4.5	3.9
17	10 9	2−3, M_2	2	+1	−6.5	−2.5	0	−6	4.1
18	11 6	3, M_2	2	+1.5	−6	−3	+0.5	−5	4.0
19	10 14	1, M_2	2	+1	−6	−3	0	−5	4.0

Königstuhl, April 1902.

PUBLIKATIONEN

DES

ASTROPHYSIKALISCHEN INSTITUTS

KÖNIGSTUHL-HEIDELBERG

(ASTROPHYSIKALISCHES INSTITUT DER GROSSH. BADISCHEN STERNWARTE)

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. MAX WOLF

ZWEITER BAND

IN KOMMISSIONSVERLAG DER G. BRAUNSCHEN HOFBUCHDRUCKEREI

IN KARLSRUHE

1906

Inhalt.

PUBLIKATIONEN

DES

ASTROPHYSIKALISCHEN OBSERVATORIUMS

KÖNIGSTUHL-HEIDELBERG

BAND II. No. 1.

Verzeichnis von in den Jahren 1891—1902 aufgenommenen Gegenden des Himmels.

Im folgenden veröffentlichen wir, um einem von verschiedenen Seiten her geäusserten Wunsche nachzukommen, eine Zusammenstellung der Örter und Aufnahmezeiten aller derjenigen Himmelsaufnahmen seit 1891, welche von Nutzen für die nachträgliche Aufsuchung von kleinen Planeten oder die nachträgliche Vergleichung von veränderlichen Sternen sind. Die Zusammenstellung ist von Herrn **Dugan** gemacht und von ihm und Herrn **Götz** kontrolliert. Wir hoffen, dass hierdurch den Rechnern und Beobachtern, welche auf unsere Platten zurückgreifen müssen, eine Liste in die Hand gegeben wird, die ihnen und uns das mühsame und zeitraubende Probieren und Nachsuchen erleichtern wird.

Die verschiedenen benutzten Objektive führen in der Liste folgende Bezeichnungen:

1.	Voigtländer-Petzval,	6	Zoll	Öffnung	=	Voigtl. I
2.	» »	6	»	»	=	Voigtl. II
3.	Kranz-Aplanat,	5	»	»	=	Kranz
4.	Hermagis-Petzval,	$2^{1}/_{4}$	»	»	=	Hermagis
5.	Millet-Petzval,	4	»	»	=	Millet
6.	Voigtländer-Euryskop,	4	»	»	=	Euryskop
7.	Steinheil-Aplanat,	61	mm	»	=	Steinheil
8.	Zeiss-Planar,	61	»	»	=	Planar
9.	Zeiss-Anastigmat,	61	»	»	=	Anastigmat
10.	Geiger-Petzval,	79	»	»	=	Geiger
11.	Pauly-Aplanat,	4	Zoll	»	=	4″ Pauly
12.	» »	$4^{1}/_{2}$	»	»	=	Pauly D
13.	» -langbrennweitig,	6	»	»	=	» E
14.	Pauly-Petzval,	61	mm	Öffnung	=	Pauly F
15.	» -Unar,	61	»	»	=	» G
16.	» -Petzval,	60	»	»	=	» J
17.	Brashear-Petzval,	16	Zoll	»	=	a
18.	» »	16	»	»	=	b

Die Platten, die mit den Objektiven **3.**, 6., 7., **8.**, 18., **17.**, und mit Voigtl. II von A 659 bis A 807 inkl. aufgenommen worden sind, haben Hoch-Format (d. h. lange Seite in der Nordsüdrichtung), die übrigen Quer-Format. In der Liste ist dies in der Rubrik, welche jener mit dem Felde folgt, durch ein h = hoch oder q = quer angegeben. Alle Platten, welche mit dem Bruce-Teleskop aufgenommen sind, also alle Platten der Liste B, haben Hochformat, d. h. die lange Seite von Nord nach Süd.

Bei allen Platten, welche zum Aufsuchen von Planeten gedient haben oder nachträglich noch dienen können, ist in der letzten Rubrik ein P beigesetzt.

Gewöhnlich sind zwei oder drei Platten von jeder Gegend gleichzeitig aufgenommen worden. Nur die am längsten exponierte Platte von jeder Gruppe ist in der Liste angegeben. Alle Aufnahmen, welche für die oben angegebenen Zwecke kein Interesse haben, sind nicht in die Liste aufgenommen worden.

Königstuhl-Heidelberg,

Juli 1903.

Max Wolf.

A. Kleiner Refraktor.

Ort: Privat-Sternwarte Heidelberg.

Nummer	Datum	Objektiv	Gegend α	Gegend δ	Leitstern	Belichtung	Feld *)	Format		Bemerkungen
	1891									
A 227	Jan. 1	Kranz	$3^h\,40^m$	$+23^{\circ}.8$	Plejaden	$0^h\,5^m$	$9^{\circ} \times 7^{\circ}$	q		
8	» 1	»	5 35	− 2	ζ Orionis	2 45	»	»		
9	» 2	»	» »	»	» »	5 30	5 × 5	»		
230	» 3	»	3 40	+23.8	Plejaden	10ˢ	9 × 7	»		
1	» 11	»	» »	»	»	10	»	»		
2	» 15	»	» »	»	»	10	»	»		
3	» 16	Millet	5 35	− 2	ζ Orionis	1	17 × 12	h		
4	» 18	Kranz	» »	»	» »	5	9 × 7	q		zweimal
6	» 22	»	7 28	+32.1	α Geminorum		»	»		wenige Sekunden
7	» 26	»	3 40	+23.8	Plejaden	4	»	»		zweimal
8	» 29	Millet	6 31	+ 7	Monocerotis	2 30	17 × 12	h	P	
240	Febr. 7	»	9 45	+70	G.C. 1949–1950	1 30	11 × 8	»		
1	» 8	»	0 40	+40.5	Androm. Nebel	4	6 × 6	»		
2	» 9	»	10 27	+ 9.9	ρ Leonis	2 30	11 × 8	»	P	
3	» 10	»	8 33	+20	Praesepe	1	»	»		
4	» 10	»	3 40	+23.8	Plejaden	1	»	»		
6	» 13	»	5 29	− 5.4	Orion Nebel	10	»	»		
8	» 14	»	» »	»	» »	11	»	»		
9	» 18	»	3 40	+23.8	Plejaden	10	»	»		
255	» 25	Steinheil	5 31	− 1.2	ε Orionis	28	15 × 11	»		
6	» 26–28	Euryskop	» »	»	» »	8 5	»	»		
7	März 6	Millet	3 40	+23.8	Plejaden	10	11 × 8	»		
8	» 14	Euryskop	8 33	+20	Praesepe	1 30	15 × 11	»		
9	» 30	Millet	6 39	+ 2.5	Monocerotis	2 15	17 × 12	»	P	
260	April 1	Kranz	15 48	+78.1	ζ Ursae	4 32	15 × 11	»		
2	» 16	Hermagis	21 58	+ 9	Pegasi	20	28 × 22	q		
5	Mai 13	Kranz	18 33	+38.7	α Lyrae	3 30	15 × 11	h		
8	» 13	Hermagis	23 0	+14.6	α Pegasi	15	28 × 22	q		
9	» 28	Kranz	18 33	+38.7	α Lyrae	1 35	15 × 11	h		
271	» 31–32	»	» »	»	» »	3 30	9 × 7	q		
3	Juni 1	»	20 38	+44.9	α Cygni	3	15 × 11	h		
5	» 12	»	20 19	+40.0	γ »	3 15	»	»		
7	» 23	»	1 19	+88.7	α Ursae min.	1	9 × 7	q		
8	» 29	Steinheil	» »	»	» » »	2 30	22 × 17	h		Striche
9	» 29	Kranz	19 52	+34.7	η Cygni	3	15 × 11	»		
281	Juli 12	»	19 41	+10.3	γ Aquilae	3	»	»		
4	» 13–14	»	20 42	+33.3	ε Cygni	5 3	»	»		
7	» 26	»	0 40	+40.5	Androm. Nebel	1	»	»		
9	» 29	»	22 29	+49.7	ζ Lacertae	2	»	»		
292	Aug. 5–11	Hermagis	0 40	+40.5	Androm. Nebel	4 45	28 × 22	q		
3	» 14–31	Kranz	2 15	+56.6	G.C. 512–521	4 28	15 × 11	h		
5	Sept. 1	»	3 40	+23.8	Plejaden	1 1	9 × 7	q		
7	» 2	»	» »	»	»	2	»	»		
9	» 3	Hermagis	» »	»	»	22	28 × 22	»		
300	» 6–7	Kranz	» »	»	»	6	15 × 11	h		
2	» 7	»	20 38	+44.9	α Cygni	1	»	»		
4	» 9–10	»	» »	»	» »	13 5	»	»		
6	» 11–13	»	21 1	+43.3	ξ »	11 7	»	»		
8	» 25–30	»	19 27	+27.5	β »	12 6	»	»		
9	Okt. 1–6	»	3 40	+23.8	Plejaden	7 40	»	»		

*) Das Feld gilt natürlich nur für den Äquator.

Nummer	Datum	Objektiv	Gegend		Leitstern	Belichtung	Feld	Format		Bemerkungen
			α	δ						
	1891									
A 311	Okt. 18	Kranz	$19^h 52^m$	+34°7	η Cygni	$1^h 0^m$	9° × 7°	q		
5	» 24	»	20 19	+40.0	γ »	5	»	»		
7	» 28	Steinheil	20 33	+14.3	β Delphini	10	15 × 11	h		
8	» 28	Kranz	20 19	+40.0	γ Cygni	30	9 × 7	q		
320	» 28	»	3 40	+23.8	Plejaden	30	»	»		
2	» 30	»	3 2	+40.5	β Persei	30	»	»		
4	» 30	»	3 40	+23.8	Plejaden	30	»	»		
6	Nov. 5	»	2 15	+56.6	G.C. 512—521	20	»	»		
8	» 5	»	3 2	+40.5	β Persei	20	»	»		
330	» 5	»	3 40	+23.8	Plejaden	20	»	»		
2	» 5	»	3 25	+18	Tauri	1	15 × 11	h		
4	» 7	»	22 7	+57.7	ζ Cephei	6 11	»	»		
6	» 28	»	23 17	+20.2	65 Pegasi	1	»	»		
8	» 28	»	4 18	+22.3	κ Tauri	2	»	»	P	
340	Dez. 1	»	» »	»	» »	1 20	»	»	P	
2	» 5	»	4 35	+22.7	τ »	2 40	»	»	P	
5	» 8	»	4 57	+21.4	ι »	21	»	»		
7	» 18	»	3 50	+23.7	» • 6mg	1 30	»	»	P	
350	» 18	»	5 29	— 5.4	Orion Nebel	30	9 × 7	q		
1	» 19	»	5 31	+21.1	ζ Tauri	2	15 × 11	h	P	
3	» 20	»	6 38	+25.2	ε Geminorum	3	»	»	P	
5	» 21, 22	»	20 19	+40.0	γ Cygni	6 24	»	»		
8	» 22	»	6 58	+20.7	ζ Geminorum	2 33	»	»	P	
360	» 23	»	» »	»	» »	4	»	»	P	
2	» 24	»	6 17	+22.6	μ	2	»	»	P	
	1892									
364	Jan. 16	Kranz	7 39	+28.3	β Geminorum	1 25	15 × 11	h	P	
6	» 19	»	» »	»	» »	2	»	»	P	
8	» 20	»	» »	»	» »	2	»	»	P	
370	» 20	»	8 39	+18.5	δ Cancri	2	»	»	P	
2	» 21	»	» »	»	» »	2 30	»	»	P	
4	» 28	»	9 36	+10.3	ο Leonis	1 10	»	»	P	
7	Febr. 8	Voigtl. I	3 57	+21.9	A Tauri	15	»	»		
8	» 20	»	5 20	+28.5	β »	10	9 × 7	q		
380	» 21	»	3 40	+23.8	Plejaden	10	»	»		
1	» 21	»	5 25	+30.4	Nova Aurigae	10	»	»		
3	» 22	Kranz	9 8	+15.4	π Cancri	1 55	15 × 11	h	P	
4	» 23	Voigtl. I	3 40	+23.8	Plejaden	20	12 × 8	q		
5	» 23	»	5 20	+28.5	β Tauri	20	»	»		
6	» 24	»	3 40	+23.8	Plejaden	10	9 × 7	»		
7	» 24	»	5 25	+30.4	Nova Aurigae	10	»	»		
8	» 24	»	9 8	+15.4	π Cancri	2 35	12 × 8	»	P	
390	» 27	»	10 3	+12.4	α Leonis	3 4	»	»	P	
2	März 4	»	11 16	+ 6.6	σ »	3	»	»	P	
4	» 5	»	» »	»	» »	3	»	»	P	
6	» 5	»	10 27	+ 9.9	ρ »	2	»	»	P	
8	» 7	»	» »	»	» »	2	»	»	P	
407	» 15	»	5 53	+37.2	ϑ Aurigae	2	»	»		
9	» 17	»	» »	»	» »	1 30	»	»		
411	» 17	»	11 16	+ 6.6	σ Leonis	2	»	»	P	
3	» 18	»	11 46	+ 2.3	β Virginis	2	»	»	P	
5	» 18	»	» »	»	» »	1 45	»	»	P	
7	» 19	»	11 40	+ 7.2	ν »	2	»	»	P	
9	» 19	»	» »	»	» »	2	»	»	P	
421	» 20	»	» »	»	» »	2	»	»	P	
3	» 20	»	11 46	+ 2.3	β »	2	»	»	P	

Nummer	Datum	Objektiv	Gegend α	Gegend δ	Leitstern	Belichtung	Feld	Format		Bemerkungen
	1892									
A 425	März 21	Voigtl. I	$12^h 15^m$	$-0°.1$	η Virginis	$2^h 10^m$	$12° \times 8°$	q	P	
7	» 21	»	» »	»	» »	2	»	»	P	
9	» 22	»	11 39	+ 8.9	ξ^1 »	2 17	»	»	P	
430	» 24	»	12 15	− 0.1	η »	1 36	»	»	P	
2	» 24	»	12 37	− 0.9	γ »	2	»	»	P	
4	» 24	»	» »	»	» »	2	»	»	P	
6	» 25	»	11 16	+ 6.6	o Leonis	2	»	»	P	
7	» 25	»	12 37	− 0.9	γ Virginis	2	»	»	P	
9	» 26	»	12 17	+26.6	13 Comae	3	»	»		
441	» 30	»	11 16	+ 6.6	o Leonis	2 8	»	»	P	
2	» 30	»	» »	»	» »	1 30	»	»	P	
4	» 31	»	13 30	− 0.1	ζ Virginis	30	»	»		
5	» 31	»	13 4	− 4.8	θ »	2	»	»	P	
6	» 31	»	» »	»	» »	2	»	»	P	
8	April 1	»	» »	»	» »	1	»	»	P	
453	» 15	»	11 16	+ 6.6	o Leonis	2 1	»	»	P	
5	» 17	»	13 20	−10.7	α Virginis	2	»	»	P	
7	» 17	»	» »	»	» »	1 55	»	»	P	
9	» 19	»	11 16	+ 6.6	o Leonis	3	»	»	P	
460	» 23−27	»	10 3	+ 0.3	α Sextantis	3 20	»	»	P	
478	Mai 24	»	14 55	− 8.2	δ Librae	1 20	»	»	P	
480	» 24	»	» »	»	» »	1 20	»	»	P	
2	» 24	»	23 36	+34.3	☄ Swift	30	»	»		
4	» 25	»	14 55	− 8.2	δ Librae	1 30	»	»	P	
7	» 25	Kranz	23 39	+34.7	☄ Swift	1 25	9 × 7	»		
8	» 26	Voigtl. I	11 55	+ 7.2	π Virginis	1 50	12 × 8	»	P	
490	» 26	»	23 41	+35.2	☄ Swift	1 50	»	»		
2	» 27	»	11 55	+ 7.2	π Virginis	1 50	»	»	P	
4	» 27	»	23 43	+35.6	☄ Swift	1 46	»	»		
6	Juni 1	»	23 55	+37.7	» »	1 20	»	»		
8	» 27	»	21 32	− 8.3	ξ Aquarii	1 20	»	»	P	
500	» 28	»	» »	»	» »	1 20	»	»	P	
2	Juli 1	»	19 15	−16.3	τ Sagittarii	1 40	»	»	P	
4	» 2	»	» »	»	» »	1 46	»	»	P	
510	» 15	»	17 0	− 5.5	Ophiuchi	40	»	»	P	
2	» 19	»	19 8	+ 2.2	21 Aquilae	20	9 × 7	»		
3	» 22−26	»	18 7	+21.2	μ Sagittarii	8 11	12 × 8	»		
6	» 26	»	22 12	− 8.3	θ Aquarii	1 10	»	»	P	
8	» 27	»	» »	»	» »	1 20	»	»	P	
520	» 28	»	18 42	− 4.8	β Scuti	3 15	»	»	P	
2	Aug. 5	»	16 44	−10.7	20 Ophiuchi	15	»	»		
5	» 22	»	22 47	− 8.4	λ Aquarii	1 30	»	»	P	
6	» 23	»	23 8	− 6.8	φ »	1 30	»	»	P	
8	» 23	»	» »	»	» »	1 30	»	»	P	
530	» 24	»	22 47	− 8.4	λ	2 12	»	»	P	
1	» 29	»	23 8	− 4	»	1 30	»	»	P	
3	» 29	»	» »	»	»	2	»	»	P	
6	Sept. 1	Kranz	23 42	− 3.4	20 Piscium	2 15	15 × 11	h	P	
7	» 13	Voigtl. I	» »	»	» »	2 45	12 × 8	q	P	
8	» 15	»	0 19	+ 1.4	44 »	1	»	»	P	
541	» 25	»	» »	»	» »	2 14	»	»	P	
4	» 25	Kranz	5 25	+30.4	Nova Aurigae	2	15 × 11	h		
5	» 30	Voigtl. I	0 19	+ 1.4	44 Piscium	2	12 × 8	q	P	
8	» 30	»	5 25	+30.4	Nova Aurigae	2 30	»	»		
550	Okt. 15	»	0 3	− 4	5 Ceti	1	»	»	P	
2	» 17	»	2 7	+20.6	η Arietis	3	»	»	P	
4	» 20		2 3	+17	15 »	1 30	»	»	P	

Nummer	Datum	Objektiv	Gegend α	Gegend δ	Leitstern	Belichtung	Feld	Format		Bemerkungen
	1892									
A 556	Okt. 21	Voigtl. I	$1^h 51^m$	+23°0	λ Arietis	$2^h\ 0^m$	12° × 8°	q	P	
8	» 21	»	2 3	+17	15 »	1 41	»	»	P	
560	» 26	»	1 8	+23.9	φ Piscium	2	»	»	P	
2	» 26	»	» »	»	» »	2 10	»	»	P	
4	» 27	»	1 58	+41.9	γ Andromedae	1 10	»	»		
8	» 28	»	3 57	+21.9	Δ Tauri	3 40	»	»	P	
572	Nov. 14	»	0 36	+40.5	Androm. Nebel	52	»	»		
4	» 15	»	0 43	+37.7	☄ Holmes	10	9 × 7	»		
5	» 15	»	» »	»	» »	1	»	»		
7	» 15	»	3 57	+21.9	Δ Tauri	1 20	12 × 8	»	P	
9	» 19	»	0 43	+37.3	☄ Holmes	2	»	»		
581	» 20	»	4 18	+22.3	κ Tauri	2 47	»	»	P	
3	» 20	»	» »	»	» »	1 32	»	»	P	
5	» 21–26	»	3 2	+40.5	β Persei	5 35	»	»		
8	» 26	»	3 53	+17	Tauri	2 10	»	»	P	
592	Dez. 16	»	5 57	+23.3	1 Geminorum	1	»	»	P	
4	» 18	»	0 50	+34	☄ Holmes	1	»	»		
6	» 18	Hermagis	5 57	+23.3	1 Geminorum	4 30	28 × 22	»	P	
601	» 19	»	6 45	+22.0	d »	4 30	»	»	P	
4	» 22	»	7 14	+22.2	δ »	2 56	»	»	P	
6	» 22	Voigtl. I	14 28	+43.2	☄ Brooks	1	12 × 8	»		
8	» 23	»	6 8	+29.6	κ Aurigae	2	»	»	P	
610	» 23	»	» »	»	» »	1 14	»	»	P	
2	» 24	»	9 33	− 0.4	ι Hydrae	1	»	»	P	
4	» 25	»	3 40	+23.8	Plejaden	5	9 × 7	»		dreimal
5	» 25	»	9 33	− 0.4	ι Hydrae	1 40	12 × 8	»	P	
9	» 26	Hermagis	6 31	+16.5	γ Geminorum	3 18	28 × 22	»	P	
634	» 27	»	5 31	+21.1	ζ Tauri	2 30	»	»	P	
	1893									
636	Jan. 1	Voigtl. II	3 40	+23.8	Plejaden	15	12 × 8	»		
7	» 8	Voigtl. I	7 39	+18.8	κ Geminorum	1 30	»	»	P	
640	» 11	Hermagis	» »	»	» »	3 40	28 × 22	»	P	
3	» 12	»	8 6	+18.0	ζ Cancri	3 30	»	»	P	
6	» 15	»	8 51	+16.0	o^2 »	3 50	»	»	P	
650	» 16	»	9 19	+20		3 50	»	»	P	
3	» 18	»	9 25	+11.8	ξ Leonis	4	»	»	P	
6	» 19	Voigtl. I	8 6	+18.0	ζ Cancri	2 35	12 × 8	»	P	
8	» 23	»	9 14	+18.1	83 »	2 48	»	»	P	
661	Febr. 4	»	9 7	+21.8	zw. ξ u. 83 Cancri	2	»	»	P	
6	» 5	Hermagis	9 3	+22.4	ξ Cancri	3 17	28 × 22	»	P	
9	» 6	»	10 3	+12.4	α Leonis	3 49	»	»	P	
671	» 16	»	» »	»	» »	2	»	»	P	
4	März 12	Voigtl. I	5 21	+22.0	o Tauri	3 20	12 × 8	»		
7	» 16	»	11 16	+ 6.6	σ Leonis	1 53	»	»	P	
680	» 18, 19	»	12 15	− 0.1	η Virginis	1 24	»	»	P	
3	» 21	»	» »	»	» »	2 30	»	»	P	
6	» 21	»	11 16	+ 6.6	σ Leonis	1 40	»	»	P	
690	» 26	»	15 35	+26.5	δ Coronae	31	»	»		
3	April 4	»	8 33	+20	Praesepe	15	9 × 7	»		
4	» 4	»	11 9	+ 7	Leonis	15	»	»		
5	» 8	»	8 33	+20	Praesepe	45	12 × 8	»		
8	» 8	»	11 9	+ 7	bei δ Leonis	45	»	»		
701	» 9, 10	»	23 5	+74.9	π Cephei	5	»	»		
4	» 11	»	22 30	+78.0	ϱ »	4 15	»	»		
7	» 13	»	8 33	+20	Praesepe	20	9 × 7	»		
9	» 13	»	1 20	+88.7	α Ursae min.	20	»	»		

Nummer	Datum	Objektiv	Gegend α	Gegend δ	Leitstern	Belichtung	Feld	Format		Bemerkungen
	1893									
A 711	April 13	Voigtl. I	15^h35^m	$+26^\circ.5$	δ Coronae	0^h20^m	$9^\circ \times 7^\circ$	q		
3	» 14	»	13 20	−10.7	α Virginis	2 30	12 × 8	»	P	
8	» 17	»	13 4	− 4.8	ϑ »	2 10	»	»	P	
721	» 17	»	8 33	+20	Praesepe	10	9 × 7	»		
2	» 17	»	1 20	+88.7	α Ursae min.	10	»	»		
3	» 19	»	17 12	+36.9	π Herculis	1 30	12 × 8	»		
6	Mai 5	»	11 9	+ 7	bei S Leonis	30	»	»		
9	» 5	»	20 38	+44.9	α Cygni	1	»	»		
732	» 12	»	11 9	+ 7	bei S Leonis	20	9 × 7	»		
4	» 12	»	17 12	+36.9	π Herculis	20	»	»		
6	» 14	»	15 35	+26.5	δ Coronae	10	»	»		
8	» 14	»	17 12	+36.9	π Herculis	10	»	»		
740	» 14	»	20 38	+44.9	α Cygni	10	»	»		
2	» 16	»	14 55	− 8.2	δ Librae	2	12 × 8	»	P	
5	» 21	»	11 9	+ 7	bei S Leonis	15	»	»		
7	Okt. 11	»	18 33	+38.7	α Lyrae	15	»	»		
9	» 13, 19	»	1 7	+ 6.9	ζ Piscium	35	»	»		
752	» 19	»	2 23	+ 8.0	ξ^2 Ceti	1 45	»	»	P	
6	Nov. 6	Voigtl. II	» »	»	» »	2	»	h	P	
8	» 6	Voigtl. I	2 45	+14.6	σ Arietis	1 30	»	q	P	
761	» 7	»	3 40	+23.8	Plejaden	20	»	»		
3	» 7	»	1 20	+88.7	α Ursae min.	20	»	»		
5	» 7	»	2 45	+14.6	σ Arietis	1 30	»	»	P	
8	» 8	»	3 20	+18	Tauri ∗ 7^{mg}	1	»	»	P	
771	» 12	»	3 40	+23.8	Plejaden	1	»	»	P	
4	» 12	»	1 20	+88.7	α Ursae min.	1	»	»		
7	» 27	»	3 40	+23.8	Plejaden	1 20	»	»	P	
780	Dez. 12	»	1 5	+54.7	ϑ Cassiopejae	2 16	»	»		
3	» 28	»	2 15	+56.6	G.C. 512 u. 521	1 10	»	»		
4	» 28	»	3 17	+49.5	α Persei	20	»	»		
5	» 30–34	»	0 4	+58.6	β Cassiopejae	15 11	»	»		
	1894									
787	Jan. 4–8	Voigtl. I	1 19	+59.7	δ Cassiopejae	16 35	12 × 8	q		
9	» 9, 11	»	22 35	+51	9 Lacertae	2 30	»	»		
791	» 13	»	11 16	+ 6.6	σ Leonis	40	»	»		
3	März 1	»	» »	»	» »	2	»	»	P	
6	» 5	»	11 29	+ 3.7	89 »	2 30	»	»	P	
9	» 17	»	5 29	− 5.4	ϑ Orionis	10	»	»		
800	» 20	»	14 51	+74.6	β Ursae min.	10	»	»		dreimal
1	» 22	»	1 20	+88.7	α » »	30	9 × 7	»		nachher laufend
2	» 23	»	11 16	+ 6.6	σ Leonis	20	12 × 8	»		
3	» 24	»	11 29	+ 3.7	89 »	1 40	»	»	P	
6	» 25	»	11 46	+ 2.3	β Virginis	2 30	»	»	P	
9	» 26, 27	»	5 10	+45.9	α Aurigae	6 7	»	»		
811	» 27	»	12 8	− 9.5	Virginis ∗ 6^{mg}	1 46	»	»	P	
4	» 28	»	12 15	− 0.1	η »	2	»	»	P	
7	» 29	»	13 20	−10.7	α »	2	»	»	P	
820	» 30	»	10 10	+30	☄ Denning	20	»	»		
3	» 30	»	13 4	− 4.8	θ Virginis	1 30	»	»	P	
6	» 31	»	11 12	+ 6.5	∗ bei σ Leonis	1 30	»	»	P	
9	April 1	»	12 8	− 9.5	Virginis	2	»	»	P	
832	» 2	»	11 29	+ 3.7	89 Leonis	2	»	»	P	
5	» 2	»	15 35	+26.5	δ Coronae	30	»	»		
8	» 4	»	11 53	+ 1.2	zw. η u. β Virg. ∗ 7^{mg}	2	»	»	P	
841	» 5	»	14 32	+ 3	Virginis ∗ 6^{mg}	2	»	»	P	
4	» 6	»	» »	»	» »	2	»	»	P	

Nummer	Datum	Objektiv	Gegend		Leitstern	Belichtung	Feld		Bemerkungen
			α	δ					
	1894								
A 847	April 8	Voigtl. I	$12^h 17^m$	+26°6	13 Comae	$2^h 15^m$	12° × 8° *)		
850	Mai 6	»	8 46	+ 3	☄ Gale	46	»		
3	» 6	»	11 6	+ 6	*S* Leonis	20	9 × 7		
5	» 8	»	11 53	+ 1.2	zw. η u. β Virginis	2	12 × 8	P	
8	» 9	»	12 30	+60.3	*T* Ursae	20	»		
860	Juni 3	»	11 6	+ 6	*S* Leonis	20	»		
2	» 3	»	18 30	+ 7	Ophiuchi	1 15	»		
5	» 15	»	14 11	+19.7	α Bootis	20	»		
7	» 15	»	15 18	+30.9	η Coronae	20	»		
9	» 21	»	15 41	+15.7	β Serpentis	1	»		
872	» 22	»	18 22	−15	γ Scuti	1	»	P	
5	» 25	»	» »	»	» »	29	»	P	
8	» 26	»	» »	»	» »	2 18	»	P	
881	» 27, 28	»	» »	»	» »	4 49	»	P	
4	» 29–31	»	20 19	+40.0	γ Cygni	9 7	»		
7	Juli 2–6	»	19 35	+17.8	α Sagittae	9 10	»		
890	» 23–28	»	21 41	+49.6	zw. π u. π² Cygni	3 32	»		
4	Aug. 5	»	23 26	+57.8	1 H. Cassiopejae	3 30	»		
7	» 28	»	22 47	− 8.4	λ Aquarii	2	»	P	
901	» 31, 32	»	3 17	+49.5	α Persei	9 2	»		
4	Sept. 30	»	0 32	+21.0	55 Piscium	2	»	P	
7	Okt. 21	»	0 21	+ 9.5	Piscium * 7mg	2 45	»	P	
910	» 31	»	23 10	+16	Pegasi * 9mg	1 35	»	P	
2	» 31	»	2 13	+22.5	Arietis	2	»	P	
4	Nov. 1	»	2 23	+ 8.0	ξ² Ceti	2	»	P	
6	» 1	»	2 13	+23.5	Arietis * 6mg	2	»	P	
8	» 2	»	2 23	+ 8.0	ξ² Ceti	2	»	P	
921	» 3	»	2 45	+14.6	σ Arietis	2	»	P	
4	» 4	»	3 25	+12.6	*f* Tauri	2 26	»	P	
7	» 6	»	2 23	+ 8.0	ξ² Ceti	1 45	»	P	
930	» 7	»	3 19	+12.3	Tauri	2	»	P	
2	» 7	»	2 23	+ 8.0	ξ² Ceti	1 40	»	P	
4	» 22	»	0 32	+21.0	55 Piscium	2	»	P	
7	» 22	»	2 53	+ 8.6	λ Ceti	2	»	P	
940	» 22	»	» »	»	» »	2	»	P	
3	» 24	»	5 6	− 2.5	Orionis * 6mg	4 4	»		
7	» 26–33	»	3 40	+23.8	Plejaden	11 53	»		
950	Dez. 3	»	2 53	+ 8.6	λ Ceti	1 50	»	P	
	1895								
956	Jan. 22	Voigtl. I	3 57	+21.9	*A* Tauri	17	12 × 8		
8	» 28, 29	»	» »	»	» »	3 29	»	P	
963	Febr. 14	Voigtl. II	10 16	+15.6	zw. η u. ι Leonis	3 30	»	P	
7	» 20	»	10 27	+ 9.9	ρ Leonis	2 58	»	P	
970	» 23	Voigtl. I	10 55	+ 6.8	*c* »	1 56	»	P	
3	» 24	»	» »	»	» »	1 40	»	P	
7	» 25	Hermagis	3 40	+23.8	Plejaden	30	28 × 22		
8	» 25	Voigtl. I	1 20	+88.7	α Ursae min.	30	12 × 8		
981	» 25	Voigtl. II	11 10	+ 5	Leonis * 8mg	3 26	»	P	
4	» 26	Voigtl. I	» »	»	» »	50	»	P	
8	März 15	»	11 16	+ 6.6	σ »	2 30	»	P	
990	» 16	»	11 53	+ 4.4	*b* Virginis	3	»	P	
3	» 17	Voigtl. II	12 15	+ 3.9	*c* »	3	»	P	
6	» 18	Voigtl. I	11 53	+ 1.2	» * 7mg	3	»	P	
9	» 23	»	11 16	+ 6.6	σ Leonis	2 20	»	P	

*) Von hier ab stets Querformat, lange Seite von E nach W.

Nummer	Datum	Objektiv	Gegend		Leitstern	Belichtung	Feld		Bemerkungen
			α	δ					
	1895								
A 1002	März 30	Voigtl. I	$11^h 40^m$	$+7°2$	ν Virginis	$1^h 10^m$	12° × 8°	P	
5	» 31	»	» »	»	» »	3	»	P	
8	April 14	»	12 36	+10.8	g »	3	»	P	
1011	» 15	»	12 27	+10.9	20 »	3	»	P	
4	» 16	»	14 12	− 1.8	ν »	3	»	P	
7	» 18	»	» »	»	» »	3 40	»	P	
1020	» 22	»	12 57	+11.5	ε »	2	»	P	
3	» 22	»	» »	»	» »	1 32	»	P	
9	Mai 29	»	16 50	+ 4	Ophiuchi · 8mg	2	»		
1032	Juni 13	»	17 15	−12.8	ν Serpentis	2	»	P	
5	» 17	»	15 35	+26.5	δ Coronae	30	»		
8	» 24	»	20 38	+44.9	α Cygni	40	»		
9	» 25	»	19 41	+10.3	γ Aquilae	2 50	»		
1042	Juli 6	»	18 46	+33.2	β Lyrae	16	»		
3	» 8	»	16 37	+36.8	bei η Herculis	30	»		
5	» 9	»	15 42	+15.7	β Serpentis	30	»		
7	» 15	»	19 0	+13.9	ζ Aquilae	2	»		
1050	» 25, 27	»	18 22	+ 7	T Ophiuchi	4 23	»		
3	Aug. 16	»	23 2	+58.8	ι Cassiopejae	30	»		
5	» 17, 18	»	» »	»	» »	7 1	»		
8	» 19	»	2 45	+14.6	σ Arietis	1	»	P	
9	» 19	»	» »	»	» »	1	»	P	
1060	» 21, 22	»	2 16	+55.2	i Persei	8 10	»		
2	» 28	»	0 42	+23.5	ζ Andromedae	2 30	»		
4	Sept. 16, 18	»	19 52	+34.7	η Cygni	7 10	»		
9	» 19	Voigtl. II	19 42	+44.9	δ »	3 17	»		
1072	» 20	Hermagis	23 47	+ 2.3	22 Piscium	2 40	28 × 22	P	
4	» 23, 24	Voigtl. I	21 1	+13.3	ξ Cygni	10 40	12 × 8		
8	Okt. 13	Voigtl. II	1 35	+28	Trianguli · 8mg	3 16	»	P	
1080	» 15	Voigtl. I	1 52	+28	» · 7mg	2 35	»	P	
2	» 19	»	» »	+28	» · 7mg	2 30	»	P	
4	» 21	»	3 21	+18.2	Arietis · 7mg	2 30	»	P	
6	Nov. 14, 15	»	3 40	+23.8	Plejaden	1	»	P	
7	» 16, 21	»	20 50	+27.7	32 Vulpeculae	6 1	»		
1090	» 22	»	5 4	+22.5	108 Tauri	1 22	»	P	
3	Dez. 11	Voigtl. II	4 35	+22.7	τ »	3 30	11 × 7	P	
7	» 22	Voigtl. I	12 21	+27.4	16 Comae	1 5	12 × 8		
	1896								
1101	Jan. 7	Voigtl. II	6 58	+20.7	ζ Geminorum	3 20	12 × 8		
5	» 9, 10	Voigtl. I	3 43	+23.6	27 Tauri	11 1	»		
8	» 11	»	6 45	+22.0	d Geminorum	3	»		
1114	Febr. 3, 7	»	5 29	− 5.4	ϑ Orionis	4 30	»		
7	» 7	»	10 3	+12.4	α Leonis	3	»	P	
1121	» 11, 16	»	4 22	+15.8	ϑ^1 Tauri	4 30	»		
4	» 17, 18	Voigtl. II	» »	»	» »	8 2	»		
6	März 12	Voigtl. I	3 0	+48.6	☄ Perrine-Lamp	30	»		
8	» 12	»	11 16	+ 6.6	σ Leonis	2	»	P	
1131	» 14	»	3 12	+48	☄ Perrine-Lamp	1 10	»		
3	» 14	»		+90	Pol	15	»		Striche
5	» 15	»		»	»	30	»		»
7	» 15	»	11 46	+ 2.3	β Virginis	2 30	»	P	
1140	April 2	»	12 37	− 0.9	γ »	2 20	»	P	
3	» 16	»	13 20	−10.7	α »	2	»	P	
8	» 21	»	13 12	+ 6	σ »	2	»	P	
1150	Mai 5	»	12 58	+ 5.6	zw. η u. δ Virginis	2	»	P	
2	» 6	»	14 55	− 8.2	δ Librae	2	»	P	

Nummer	Datum	Objektiv	Gegend α	Gegend δ	Leitstern	Belichtung	Feld		Bemerkungen
	1896								
A 1154	Mai 8	Voigtl. I	$14^h 48^m$	$-11°.5$	13 Librae	$2^h 30^m$	12° × 8°	P	
6	» 9	»	14 45	−15.6	α »	2	»	P	
8	» 10	»	15 55	− 7.6	bei 50 Librae	3	»	P	
1160	» 11	»	» »	»	» »	3	»	P	
2	» 31–32	»	19 0	+13.9	ζ Aquilae	3 15	»		
6	Juli 13	»	19 15	−16.3	ν Sagittarii	2	»	P	
8	Aug. 11	»	21 20	± 0	Aquarii	2	»	P	
1170	Sept. 3	»	22 50	+ 3	Piscium	3	»	P	
2	» 7	»	22 58	+ 3.2	β Piscium	3	»	P	
4	Nov. 4	»	18 55	+32.5	γ Lyrae	52	»		
6	» 5	»	» »	»	» »	20	»		
7	» 10	»	3 40	+23.8	Plejaden	4 30	»	P	
9	» 25	»	19 50	+ 9	☄ Perrine	15	»		
1181	» 26	»	5 25	+30.4	Nova Aurigae	30	»		
3	Dez. 1	»	3 40	+23.8	Plejaden	30	»		
	1897								
1184	Jan. 2	»	5 31	− 1.2	ε Orionis	2	12 × 8		
6	» 27	»	3 40	+23.8	Plejaden	22	»		
8	Febr. 19	»	5 53	− 4	Orionis	1 10	»		
1190	» 20	»	8 39	+18.5	δ Cancri	30	»		
2	März 1, 2	»	6 17	+ 4.7	ε Monocerotis	1 31	»		
4	April 23	»	12 7	+10.8	12 Virginis	1 20	»	P	
6	» 27	»	12 27	+10.8	20 »	1 20	»	P	
8	Mai 30	»	12 31	+17.8	25 Comae	1	»		
1200	Juni 29	»	19 15	−16.3	ν Sagittarii	1	»	P	

Ort: Astrophysikalisches Observatorium Königstuhl.

Nummer	Datum	Objektiv	Gegend α	Gegend δ	Leitstern	Belichtung	Feld		Bemerkungen
	1898								
A 1204	Juni 28	Voigtl. I	$20^h 38^m$	$+44°.9$	α Cygni	$0^h 30^m$	12° × 8°		
9	Juli 14	»	20 58	−20.3	η Capricorni	2 30	»	P	
1211	» 18	»	» »	»	» »	2 23	»	P	
3	» 20, 22	»	20 52	± 0	Aquarii + 6–7^{mg}	3 52	»	P	
5	» 22	»	» »	»	» »	54	»	P	
6	» 25–27	»	17 59	+ 2.7	70 p Ophiuchi	5 46	»		
1224	Aug. 6	»	20 51	−19.3	Capricorni	2 30	»	P	
6	» 11, 12	»	19 20	+ 2.9	δ Aquilae	8 1	»		
8	» 13, 14	»	18 55	+14.9	ε »	10 20	»		
1230	» 15, 16	»	19 41	+10.3	γ »	10 35	»		
2	» 17	»	19 22	+25	6 Anseris	5 30	»		
4	» 18–21	»	» »	»	» »	13 53	»		
6	» 21	»	19 48	+23.7	13 Vulpeculae	15	»		
7	» 22–24	»	20 2	+23.2	17 »	12 51	»		
9	» 31	»	19 48	+23.7	13 »	10	»		
1240	Sept. 1	»	» »	»	» »	10	»		
1	» 1	»	15 53	+27.4	ε Coronae	10	»		
2	» 1	»	15 35	+26.5	δ »	10	»		
3	» 1	»	18 55	+32.5	γ Lyrae	10	»		
4	» 1	»	19 10	+39.0	η »	10	»		
5	» 1	»	18 33	+38.7	α »	10	»		
6	» 1	»	18 52	+43.8	R »	10	»		
7	» 10	»	19 48	+23.7	13 Vulpeculae	15	»		
8	» 11	»	23 42	− 3.4	20 Piscium	2	»	P	
1250	» 13	»	23 43	+ 0.4	21 »	2 15	»	P	
2	» 13	»	» »	»	» »	2 30	»	P	
4	» 14	»	» »	»	»	3	»	P	

Nummer	Datum	Objektiv	Gegend α	Gegend δ	Leitstern	Belichtung	Feld		Bemerkungen
	1898								
A 1256	Sept. 14	Voigtl. I	$23^h 42^m$	− 3°.4	20 Piscium	$1^h 50^m$	12° × 8°	P	
8	» 15	»	23 43	+ 0.4	21 »	2	»	P	
1260	» 15	»	19 48	+23.7	13 Vulpeculae	10	»		
1	» 15	»	3 40	+23.8	Plejaden	10	»		
2	» 15–17	»	» »	»	»	13 17	»		
4	» 18	»	0 19	+ 1.4	44 Piscium	2 21	»	P	
6	» 20	»	» »	»	»	2 30	»	P	
8	» 23	»	0 20	− 0.7	10 »	1 45	»	P	
1270	» 24	»	0 26	− 2.3	B.D. −2°.69	1	»	P	
2	» 25	»	0 4	+58.6	β Cassiopejae	10	»		
3	» 25	»	0 35	+56	α	10	»		
4	» 26	»	0 4	+58.6	β	10	»		
5	» 26	»	0 50	+60.2	γ	10	»		
6	» 26	»	1 19	+59.7	δ	10	»		
7	» 26	»	1 47	+63.2	ε	10	»		
8	» 26	»	0 35	+56	α	10	»		
9	» 26	»	19 48	+23.7	13 Vulpeculae	10	»		
1280	Okt. 3	»	19 36	+17.3	β Sagittae	10	»		
1	» 3	»	19 55	+19.4	γ	10	»		
2	» 3	»	19 48	+23.7	13 Vulpeculae	10	»		
3	» 5	»	20 3	+10.3	Aquilae • 6mg	25	»		
5	» 8	»	1 8	+ 6.6	88 Piscium	30	»	P	
7	» 20	Voigtl. II	3 40	+23.8	Plejaden	30	»		extrafocal
8	» 23	Voigtl. I	15 37	+53.7	☄ Brooks	30	»		
9	» 23	»	0 36	+40.5	Andromeda-Nebel	20	»		
1290	» 28	»	19 48	+23.7	13 Vulpeculae	8	»		und 1291 extrafocal
2	Nov. 2	»	» »	»	» »	15	9 × 7		
4	» 6	»	3 5	+19.2	δ Arietis	2 10	12 × 8	P	
6	» 7	»	» »	»	» »	2	»	P	
8	» 12	»	» »	»	» »	2 2	»	P	
1300	» 13	»	» »	»	» »	3 30	»	P	
2	» 13	»	3 35	+19.6	13 Tauri	2 30	»	P	
4	» 17	»	3 1	+17.6	53 Arietis	2 51	»	P	
6	» 17	Planar		+90	Pol	52	24 × 19		Striche
7	» 17	Voigtl. I	3 35	+19.6	13 Tauri	3	12 × 8	P	
9	» 18	»	3 1	+17.6	53 Arietis	3	»	P	
1311	» 18	»	3 35	+19.6	13 Tauri	3	»	P	
3	» 18	»	3 40	+23.8	Plejaden	10	»		extrafocal
4	» 19	Planar		+90	Pol	1 30	24 × 19		Striche
5	» 19	Voigtl. I	3 40	+23.8	Plejaden	10	12 × 8		extrafocal
6	» 19	»	» »	»	»	10	»		
7	» 19	»	19 48	+23.7	13 Vulpeculae	10	»		und 1318 extrafocal
9	» 19	»	3 35	+19.6	13 Tauri	3	»	P	
1321	» 19	»	3 1	+17.6	53 Arietis	3	»	P	
3	» 19	Planar		+90	Pol	1 20	24 × 19		Striche
4	» 20	Voigtl. I	3 34	+19.6	bei 13 Tauri	2 30	12 × 8	P	
6	» 20	»	4 43	+18	i Tauri	3 26	»	P	
8	» 21	»	» »	»	» »	1 38	»	P	
1331	Dez. 6	Planar	3 40	+23.8	Plejaden	10	24 × 19		
2	» 6	»	» »	»		4 50	»	P	
5	» 12	Voigtl. I	6 38	+67.7	42 Camelopardalis	32	12 × 8		
8	» 21	Planar	5 29	− 5.4	ϑ Orionis	15	24 × 19		
1343	» 21	»	3 40	+23.8	Plejaden	30	»		
5	» 22		» »	»	»	30	»		
6	» 23	»	5 29	− 5.4	ϑ Orionis	15	»		
7	» 25	»	0 50	+60.2	γ Cassiopejae	15	»		
8	» 26	»	15 21	+72.2	γ Ursae min.	40	»		

Nummer	Datum	Objektiv	Gegend α	Gegend δ	Leitstern	Belichtung	Feld		Bemerkungen
	1899								
A 1359	Jan. 8	Voigtl. I	20h 38m	+44°.9	α Cygni	0h 30m	9° × 7°		extrafocal und 1360 (Planar) nicht extrafocal
1361	» 8	»	3 40	+23.8	Plejaden	5 40	12 × 8		
3	» 9	»	19 48	+23.7	13 Vulpeculae	10	9 × 7		extrafocal
4	» 9	»	23 35	+77.1	γ Cephei	24	»		»
5	» 9	»	3 40	+23.8	Plejaden	5	12 × 8		
7	» 11	Anastigmat	» »	»	»	15	24 × 19		
8	» 11	Voigtl. I	6 51	−13.8	μ Canis	35	12 × 8		
1370	» 14	Anastigmat	3 17	+49.5	α Persei	15	24 × 19		und 1371 extrafocal 10m
2	» 21	Voigtl. I	13 20	+55.5	ζ Ursae	12	12 × 8		
4	» 21	»	6 51	−16.9	ι Canis	20	»		
6	» 21	»	7 19	−18.8	Puppis * 6mg	20	»		
1382	Febr. 3, 4	Voigtl. II	5 30	− 6	ι Orionis	6	»		
4	» 4	Anastigmat	» »	»	» »	2	24 × 19		
5	» 10	Voigtl. I	3 40	+23.8	Plejaden	45	9 × 7		extrafocal
6	» 10	»	5 30	− 6	ι Orionis	4 30	12 × 8		
1390	» 15	»	10 3	+12.4	α Leonis	3 9	»	P	
3	» 16	»	» »	»	» »	1 9	»	P	
5	» 17	»	10 27	+ 9.9	ρ »	2 15	»	P	
8	» 18	»	10 29	+ 7.6	48 »	2 10	»	P	
1400	» 19	»	10 7	+ 5.3	19 Sextantis	2	»	P	
5	» 25	4" Pauli	5 30	− 6	ι Orionis	10	9 × 7		
8	» 26	»	3 23	+47.6	σ Persei	30	»		
9	» 26	Voigtl. I	22 48	+82.4	B.D. +82°.703	30	12 × 8		
1413	» 27	»	10 2	+10.6	Δ Leonis	1 48	»	P	
5	» 28	»	9 59	+16.2	» * 6–7mg	2	»	P	
9	März 2	»	11 16	+ 6.6	σ »	1 50	»	P	
1421	» 3	»	11 29	+ 3.7	89 »	2 19	»	P	
3	» 5	»	1 4	+35.1	β Andromedae	1 30	»		
5	» 5	»	5 53	+37.2	θ Aurigae	5	»		
7	» 6	»	3 43	−24.3	☄ Swift 1899a	15	»		
8	» 6	»	1 4	+35.1	β Andromedae	1 40	»		
1430	» 6	»	5 10	+33.3	16 Aurigae	3 40	»		
2	» 6	»	11 29	+ 3.7	89 Leonis	1 13	»	P	
4	» 10	»	11 23	+ 3.5	τ »	1 40	»	P	
6	» 11	»	3 14	−17.5	☄ Swift	12	»		
7	» 11	»	12 15	− 0.1	η Virginis	3	»	P	
9	» 12	»	11 8	+ 0.7	p5 Leonis	2 40	»	P	
1441	» 13	»	12 37	− 0.9	γ Virginis	3	»	P	
3	» 14	»	3 3	−14	☄ Swift	20	»		
5	» 14	Voigtl. II	8 33	+20	Praesepe	2	»		und 1444 extrafocal
6	» 15	Voigtl. I	17 21	− 8	Ophiuchi * 6–7mg	2 32	»	P	
8	» 16	»	» »	»	» »	2	»	P	
1450	» 17	»	» »	»	» »	2 44	»	P	
2	» 18	»	» »	»	»	2 27	»	P	
4	» 21	»	3 17	+49.5	α Persei	10	»		
5	» 22	»	12 51	+38.9	12 Canum venat.	10	»		
6	» 22	»	12 29	+41.9	8 » »	10	»		
7	» 22	»	13 10	+41.5	19 » »	10	»		
8	» 22	»	12 28	+34	» » * 5mg	10	»		
9	» 22	»	13 32	+36.8	25 » »	10	»		
1460	» 22	»	12 51	+38.9	12 » »	10	»		
1	» 24	»	13 43	+50.0	η Ursae	15	»		
3	» 24	»	13 13	+50.5	21 Canum venat.	20	»		
5	» 25	»	12 18	+52.3	5 » »	10	»		
7	» 28	»	3 40	+23.8	Plejaden	9	»		
8	» 28	»	13 20	+55.5	ζ Ursae	10	»		
9	» 30	»	» »	»	» »	13	»		

Nummer	Datum	Objektiv	Gegend α	Gegend δ	Leitstern	Belichtung	Feld		Bemerkungen
	1899								
A 1470	April 4	Voigtl. I	13^h 20^m	+55°.5	ζ Ursae	0^h 5^m	12° × 8°		
3	» 12	»	17 58	− 8.3	ι Ophiuchi	2	»	P	
5	» 28	»	12 7	+10.8	12 Virginis	2	»	P	
7	Mai 4	»	12 5	+17.3	3 Comae	30	»		
1480	» 17	»	18 46	+33.2	β »	20	»		
2	» 19	»	15 30	+27.1	α Coronae	14	»		
5	» 29	4" Pauly	18 46	+33.2	β Lyrae	1	9 × 7		und 1484 extrafocal
7	» 30	»	18 33	+38.7	α »	1	»		» 6 »
9	» 30	»	18 47	+57	☄ Swift 1899a	17	»		
1491	» 31	»	18 23	+57	» » »	1	»		
3	Juni 1	»	17 59	+56	» » »	2	»		
5	» 2	»	20 19	+40	γ Cygni	1	»		und 1494 extrafocal
7	» 4	»	18 46	+33.2	β Lyrae	1	»		» 6 »
9	» 5	»	20 19	+40	γ Cygni	1	»		» 8 »
1501	» 6	»	18 33	+38.7	α Lyrae	1	»		» 1500 »
4	» 9	»	17 15	−21.0	ξ Ophiuchi	1 40	»	P	
5	» 10	Voigtl. I	» »	»	» »	2	12 × 8	P	
7	» 11	»	18 7	−21.2	μ Sagittarii	2	»	P	
1510	» 12	4" Pauly	16 31	−10.4	ζ Ophiuchi	2	9 × 7	P	
2	» 13	»	» »	»	» »	2	»	P	
3	Juli 10	Voigtl. I	23 33	+42.7	ι Andromedae	2 27	12 × 8		
5	» 11	»	» »	»	» »	2 34	»		
7	» 14	»	20 38	+44.9	α Cygni	1 30	»		
1520	» 17	4" Pauly	19 48	+23.7	13 Vulpeculae	15	9 × 7		und 1519 extrafocal, 10^m, 9° × 7°
1	» 17	Voigtl. I	20 33	−18.6	υ Capricorni	2 22	12 × 8	P	
3	» 19	»	20 32	−19.0	bei υ Capricorni	1 6	»	P	
5	» 30	»	20 12	−22.1	4 Capricorni	2	»	P	
7	Aug. 1	»	» »	»	» »	2 45	»	P	
9	» 1	»	20 38	+44.9	α Cygni	1	»		
1531	» 2	»	0 22	+44	B.D. +43°.92	3 41	»		
3	» 4	»	1 15	+44.9	ξ Andromedae	3 10	»		
5	» 9	»	0 7	+47.6	B.D. +47°.50	3	»		
7	» 10	»	23 33	+45.9	λ Andromedae	2	»		
9	» 10	»	1 46	+40.3	55 »	2 20	»		
1541	» 11	»	23 33	+45.9	λ »	2 15	»		
3	» 11	»	1 46	+40.3	55 »	2 15	»		
5	» 13	»	1 3	+46.6	φ »	2 15	»		
7	» 13	»	1 46	+40.3	55 »	20	»		
9	» 13	»	2 43	+37.8	16 Persei	1 58	»		
1551	» 14	»	0 57	+46.4	B.D. +46°.215	2	»		
3	» 14	»	2 43	+37.8	16 Persei	1 56	»		
6	» 19	4" Pauly	1 22	+88.8	α Ursae min.	30	9 × 7		und 1555, 1557 extrafocal, je 15^m
9	» 19	»	22 48	+82.4	B.D. +82°.703	15	»		» 1558 »
1561	» 19	»	23 35	+77.1	γ Cephei	15	»		» 1560 »
2	» 21	Voigtl. I	15 21	+72.2	γ Ursae min.	20	12 × 8		extrafocal
3	» 21	»	16 57	+82.2	ε » »	15	»		»
4	» 21	»	15 48	+78.1	ζ » »	15	»		»
5	» 21	»	17 44	+72.2	ψ Draconis	15	»		»
6	» 21	»	20 12	+77.4	κ Cephei	15	»		»
7	» 21	»	21 27	+70.1	β »	15	»		»
8	» 21	»	22 33	+73.1	31 »	15	»		»
9	» 21	»	1 54	+76.6	47 Cassiopejae	15	»		»
1570	» 22	»	18 42	+37.4	ζ Lyrae	15	»		»
4	» 22	»	18 13	+42.3	» » 4^{mg}	15	»		»
5	» 22	»	17 54	+51.6	γ Draconis	15	»		»
6	» 22	»	17 22	+60.1	B.D. +60°.1754	15	»		»
7	» 22	»	17 8	+65.8	ζ Draconis	15	»		»

Nummer	Datum	Objektiv	Gegend α	Gegend δ	Leitstern	Belichtung	Feld		Bemerkungen
	1899								
A 1578	Aug. 22	Voigtl. I	19h 13m	+67°.5	δ Draconis	0h 15m	12° × 8°		extrafocal und 1579 nicht
1580	» 23	»	17 12	+36.9	π Herculis	15	»		» extrafocal 6° × 5°
1	» 23	»	17 54	+30.3	ν »	15	»		»
2	» 23	»	17 53	+37.3	ϑ »	15	»		»
3	» 23	»	17 37	+46.1	ι »	15	»		»
4	» 23	»	18 52	+43.8	R Lyrae	15	»		»
5	» 24	»	16 26	+21.7	β Herculis	15	»		»
6	» 24	»	16 37	+27.2	39 »	15	»		»
7	» 24	»	17 10	+25	δ »	15	»		»
8	» 24	»	16 56	+31.1	ε »	15	»		»
9	» 24	»	19 42	+44.9	δ Cygni	15	»		»
1590	» 24	»	» »	»	» »	15	»		»
2	» 25	»	15 48	+78.1	ζ Ursae min.	1	»		»
4	» 25	»	16 57	+82.2	ε » »	30	»		»
5	» 25	»	18 18	+49	Draconis	15	»		»
6	» 25	»	18 30	+57	d »	15	»		»
7	» 25	»	18 40	+62.6	B.D. +62°1637	15	»		»
8	» 25	»	19 15	+53.2	κ Cygni	15	»		»
9	» 25	»	20 11	+56.3	33 »	15	»		»
1600	» 29	»	22 47	− 8.4	λ Aquarii	2 35	»	P	
4	Sept. 3	»	23 7	− 4.1	»	2 15	»	P	
7	» 3	4" Pauly	3 59	+27.4	41 Tauri	4	9 × 7		
9	» 4	Voigtl. I	23 7	− 3.0	Piscium	2	12 × 8	P	
1612	» 4	4" Pauly	4 35	+22.7	τ Tauri	3 32	9 × 7		
4	» 23	Voigtl. I	20 38	+44.9	α Cygni	10	12 × 8		
7	» 23	»	21 59	− 0.8	α Aquarii	15	»		
8	» 23	»	22 4	+ 5.6	ϑ Pegasi	15	»		
9	» 27	»	0 12	+36.0	ν Andromedae	2 10	»		
1623	» 30–33	»	» »	»	» »	2 50	»		
5	Okt. 3	»	1 12	+ 7.2	bei ζ Piscium	2	»	P	
7	» 3	»	5 18	+ 6.3	γ Orionis	1 55	»	P	
9	» 4	»	16 36	− 3.3	☄ Giacob. 1899e	40	»		
1631	» 4	»	1 12	+ 7.2	bei ζ Piscium	2	»	P	
3	» 4	»	5 18	+ 6.3	γ Orionis	2	»	P	
5	» 7	»	1 12	+ 7.2	bei ζ Piscium	1 52	»	P	
7	» 7	»	5 18	+ 6.3	γ Orionis	1 24	»	P	
9	» 8	»	16 41	− 2.1	☄ Giacob. 1899e	40	»		
1641	» 8	4" Pauly	1 12	+ 7.2	bei ζ Piscium	2 30	9 × 7	P	
2	» 8	Voigtl. I	3 2	+49.2	ι Persei	1 55	12 × 8		
4	» 8	»	5 53	+ 0.7	60 Orionis	2	»		
6	» 9	»	16 43	− 2	☄ Giacob. 1899e	30	»		
7	» 9	»	3 12	+49.7	29 Persei	2 10	»		
9	» 10	»	16 44	− 1	☄ Giacob. 1899e	40	»		
1651	» 10	4" Pauly	2 12	+19.4	ϑ Arietis	3 50	9 × 7	P	
3	» 14	Voigtl. I	5 53	+ 0.7	60 Orionis	2	12 × 8		
5	» 14	»	6 22	− 4.8	10 Monocerotis	1 5	»		
7	» 15	Voigtl. II	3 17	+49.5	α Persei	10	9 × 7		
8	» 16	Voigtl. I	3 40	+23.8	Plejaden	2	»		zweimal
1660	» 22	»	17 0	+ 1	Ophiuchi + 6mg	30	12 × 8		
2	» 23	»	» »	»	» »	30	»		
4	» 23	»	2 57	+38.4	ρ Persei	1 17	»		
6	» 25	»	2 58	+39		2	»		
8	» 26	»	2 7	+14.6	19 Arietis	2	»	P	
1672	» 27	»	1 38	+ 8.6	ο Piscium	1 49	»	P	
6	» 29	»	1 36	+ 5	ν »	35	»	P	
8	» 31	»	» »	»	» »	3 25	»	P	
1681	» 31	»	1 52	+17.4	ι Arietis	2 10	»	P	

Nummer	Datum	Odjektiv	Gegend α	Gegend δ	Leitstern	Belichtung	Feld		Bemerkungen
	1899								
A 1683	Nov. 2	Voigtl. I	$1^h 45^m$	$+11^o$	Arietis	$1^h 20^m$	$12^o \times 8^o$	P	
7	» 4	»	» »	»	»	4 30	»	P	
9	» 5	»	2 39	+ 9.7	μ Ceti	2 1	»	P	
1693	» 5	»	2 45	+14.6	o Arietis	1 45	»	P	
5	» 6	»	» »	»	» »	4	»	P	
7	» 26	»	1 10	+ 5	zw. f u. ζ Piscium	2 40	»	P	
9	Dez. 3	»	1 1	+ 5.2	zw. ϵ u. 73 »	30	»	P	
1703	» 8	»	» »	»	» » » » »	2 17	»	P	
6	» 8	Voigtl. II	1 22	+88.8	α Ursae min.	40	»		und 1705 extrafocal
8	» 8	»	3 40	+23.8	Plejaden	40	»		» 1707 »
	1900								
1710	Febr. 8	Voigtl. I	5 30	− 6	ι Orionis	5	12 × 8		
6	» 8	»	12 37	− 0.9	γ Virginis	15	»		
8	» 16	»	5 30	− 6	ι Orionis	10	»		
1723	» 20	»	2 16	− 0.3	69 Ceti	15	»		
6	» 21	»	» »	»	» »	1 15	»		
9	» 21	»	11 16	+ 6.6	σ Leonis	3	»	P	
1731	» 23	»	11 1	+ 2.6	ρ^1 »	46	»		
5	» 27	»	2 16	− 0.3	69 Ceti	30	»		
9	März 1, 2	Pauly D	5 30	− 6	ι Orionis	4 53	16 × 12		
1740	» 4	Voigtl. I	10 55	+ 4.4	d Leonis	2 12	»	P	
2	» 5	»	» »	»	» »	1 50	»	P	
5	» 8	»	» »	»	» »	2	»	P	
9	» 12	Geiger	5 30	− 6	ι Orionis	15	20 × 16		
1750	» 26	Voigtl. I	3 40	+23.8	Plejaden	30	12 × 8		
2	» 26	»	12 7	+10.8	12 Virginis	2 43	»	P	
4	» 28	»	» »	»	» »	2 44	»	P	
6	» 28	»	12 51	+ 3.9	δ »	2	»	P	
8	» 29	»	4 20	+16.9	zw. ϑ^1 u. 68 Tauri	5	»		viermal
9	» 29	»	12 37	− 0.9	γ Virginis	1 27	»	P	
1761	» 31	»	» »	»	» »	2 24	»	P	
4	April 2	»	12 31	+17.8	25 Comae	2 22	»		
6	» 2	»	13 20	−10.7	α Virginis	2	»	P	
8	» 19	»	12 37	− 0.9	γ »	2 15	»	P	
1770	» 19	»	13 2	−10.2	49 »	40	»	P	
3	» 20	Pauly D	14 8	− 9.8	$\varkappa$ »	3 35	16 × 12	P	
5	» 21	Voigtl. I	11 8	+ 6.1	bei σ Leonis	30	12 × 8		
8	» 21	Pauly D	12 55	+17.7	38 Comae	3 32	16 × 12		
1782	» 26	»	8 33	+20	Praesepe	1	»		und 1781 extrafocal
4	» 26	»	11 8	+ 6.1	bei σ Leonis	1	»		» 1783 »
7	» 26	»	14 38	− 5.2	μ Virginis	2 56	»	P	
1790	» 27	Voigtl. I	14 11	+19.7	α Bootis	4 2	12 × 8		
6	» 28, 29	»	19 10	+39.0	η Lyrae	6 18	»		
9	Mai 4	»	13 2	−10.2	49 Virginis	1 20	»	P	
1802	» 4	»	15 11	− 9.0	β Librae	1 38	»	P	
6	» 11	Pauly E	18 41	+39.6	ε Lyrae	50	16 × 12		
7	» 11	»	20 38	+44.9	α Cygni	30	»		
1817	» 19	»	16 47	+46.4	52 Herculis	10	»		
8	» 19	»	17 15	−12.8	ν Serpentis	10	»		
9	» 19	»	23 20	+22.8	v Pegasi	10	»		
1826	» 21	»	15 51	−14.0	48 Librae	2 3	»	P	
7	» 21	»	2 15	+56.6	G.C. 512–521	30	»		
9	» 22	Voigtl. I	15 51	−14.0	48 Librae	2	12 × 8	P	
1839	Juni 1	Voigtl. II	15 46	−13.7	bei 48 Librae	2 32	»	P	
1841	» 2	Voigtl. I	13 2	−10.2	49 Virginis	1 34	»	P	
4	» 4	»	17 4	−15.7	η Ophiuchi	2 5	»	P	

Nummer	Datum	Objektiv	Gegend α	δ	Leitstern	Belichtung	Feld		Bemerkungen
	1900								
A 1847	Juni 5	Voigtl. I	$17^h\ 4^m$	$-15°.7$	η Ophiuchi	$1^h 39^m$	12° × 8°	P	
1851	» 10	Voigtl. II	17 37	+46.1	ι Herculis	15	»		und 1850 extrafocal
3	» 10	»	17 12	+36.9	π »	15	»		» 1852 »
5	» 10	»	17 53	+37.3	θ »	15	»		» 1854 »
7	» 10	»	17 54	+30.3	ν »	15	»		» 1856 »
1862	» 12	Voigtl. I	19 45	+18.9	ζ Sagittae	19	»		zweimal: $15^m + 4^m$
4	» 18	»	17 4	−10.4	Ophiuchi » 6mg	1 49	»	P	
7	» 27	Voigtl. II	16 23	−26.2	α Scorpii	2	9 × 7		
1871	» 27	Voigtl. I	17 58	−23.3	Sagittarii » 5mg	1 22	12 × 8	P	
3	» 29–30	»	18 38	− 8.4	ε Scuti	4 50	»	P	
5	Juli 6	»	22 5	−12.3	ε Aquarii	10	»		
7	» 18, 19	»	17 58	−23.3	Sagittarii	2 38	»	P	
9	» 20	»	22 5	−12.3	ε Aquarii	2 10	»	P	
1882	» 24	»	19 22	−24	Sagittarii » 6mg	2 51	»	P	
4	» 24	»	2 44	+14.7	☄ Brooks, 1900b	24	»		
6	» 25	»	22 5	−12.3	ε Aquarii	2	»	P	
8	» 25	»	2 45	+17.5	☄ Brooks, 1900b	49	»		
1891	» 26	»	21 16	−17.2	ι Capricorni	3 26	»	P	
3	» 27	»	19 27	+27.5	β Cygni	2 50	»		
5	Aug. 17	Voigtl. II	19 46	+ 8.5	α Aquilae	10	»		
9	» 25	Voigtl. I	3 17	+19.5	α Persei	42	»		
1902	» 29	»	22 47	− 8.4	λ Aquarii	2	»	P	
5	» 30	»	23 10	− 4.2	» » 5mg	45	»		
8	Sept. 3	»	2 11	+33.2	γ Trianguli	1	»		
1911	» 7	»	19 45	+18.9	ζ Sagittae	15	»		fünfmal: $8^m, 4^m, 2^m, 1^m, 0^m.5$
2	» 15	»	23 8	− 6.8	φ Aquarii	2 35	»	P	
4	» 15	»	23 56	− 3.7	29 Piscium	1 50	»	P	
6	» 16	»	23 8	− 6.8	φ Aquarii	2 28	»	P	
8	» 16	»	23 56	− 3.7	29 Piscium	2	»	P	
1920	» 18	»	0 12	+ 1.1	» » 6mg	3	»	P	
3	» 20	»	0 43	+ 7	δ »	2 10	»	P	
6	» 22	»	0 40	+15.0	57 »	2	»	P	
1932	» 23	»	0 27	+19.7	52 »	2	»	P	
8	» 26	»	3 17	+49.5	α Persei	20	»		neunmal
1941	» 26	»	1 8	+15.7	87 Piscium	2	»	P	
7	» 30	»	» »	»	» »	2 40	»	P	
1954	» 30	Pauly G	3 40	+23.8	Plejaden	1 20	22 × 17	P	
1965	Okt. 11	»	19 27	+27.5	β Cygni	10	»		viermal
7	» 23	Pauly E	2 31	+52.0	Eros, Persei	4	16 × 12		zweimal
8	Nov. 8	»	1 55	+53.4	» »	5	»		dreimal
1970	» 11	»	» »	»	» »	3	»		fünfmal
2	» 11	»	3 40	+23.8	Plejaden	1	»		
3	» 12	»	1 50	+53	Eros, Persei	3	»		dreimal
5	» 12	»	2 15	+56.6	G.C. 512–521	30	»		
8	» 13	»	1 50	+53	Eros, Persei	6	»		viermal
1980	» 23	»	1 44	+52	» »	5	»		dreimal
1	» 24	»	» »	»	» »	4	»		viermal
3	» 24	»	1 47	+63.2	ε Cassiopejae	1 52	»		
9	» 27	Pauly F	3 40	+23.8	Plejaden	10	22 × 17		
1990	» 27	»	5 29	− 5.4	Orion Nebel	20	»		
1	» 27	»	5 31	− 1.2	ε Orionis	3	»		dreimal
2	» 27	»	6 41	−16.6	α Canis	3	»		
6	Dez. 9	Voigtl. I	3 40	+23.8	Plejaden	2	12 × 8		fünfmal
8	» 17	»	2 4	+38.4	59 Andromedae	1 30	»		
2000	» 17, 20	»	5 30	− 6	ι Orionis	5 45	»		
2	» 20	»	4 20	+16.9	zw. θ¹ u. 68 Tauri	2	»	P	

Nummer	Datum	Objektiv	Gegend α	Gegend δ	Leitstern	Belichtung	Feld		Bemerkungen
	1901								
A 2007	Jan. 14	Voigtl. II	$5^h 29^m$	$-5°.4$	Orion Nebel	$0^h 49^m$	12° × 8°		
2010	» 16	Voigtl. I	8 53	+42.2	10 Ursae	3 6	»		
5	» 17	»	8 6	+18.0	ζ Cancri	3 9	»	P	
7	» 18	»	8 40	+29.1	ι »	3 13	»	P	
2021	Febr. 11	»	8 18	+19.7	bei δ¹ Cancri	3 25	»	P	
4	» 11	»	8 48	+31	ο² Cancri	35	»	P	
9	» 13	»	» »	»	» »	3	»	P	
2032	» 13	»	10 44	+11.3	l Leonis	3 1	»	P	
5	» 14	»	10 8	+21.7	» = 7^{mg}	3 12	»	P	
9	» 15	»	8 40	+29.1	ι Cancri	1 39	»	P	
2043	» 17	»	10 12	+28.0	Leonis = 6^{mg}	2	»	P	
6	» 20	Voigtl. II	9 31	+14.8	» = 7^{mg}	2 38	»	P	
9	» 21	»	9 29	+16.9	» = 6^{mg}	3 8	»	P	
2050	» 22	Voigtl. I	8 33	+20	Praesepe	10	»		
3	» 22	Voigtl. II	7 33	+17.8	f Geminorum	3 2	»	P	
6	» 26	»	3 24	+43.2	Nova Persei	15	»		
8	März 13	»	12 30	+ 2.7	Virginis = 8^{mg}	3	»	P	
2061	» 24	»	11 42	+ 8.9	A² »	3 12	»	P	
4	» 26	»	12 28	−12.2	Corvi = 6^{mg}	2 37	»	P	
6	April 9	»	12 18	− 5.1	Virginis	1 1	»	P	
8	» 18	»	13 39	−11.9	86 »	3 3	»	P	
2071	» 18	»	14 7	+ 7.8	Bootis = 8^{mg}	2 30	»	P	
5	» 19	»	3 40	+23.8	Plejaden	30	»		
7	» 19	»	8 33	+20	Praesepe	30	»		
9	» 19	»	1 23	+88.8	α Ursae min.	30	»		
2081	» 19	»	11 8	+ 6.7	bei S Leonis	30	»		
3	» 19	»	14 49	+ 4	Virginis = 7^{mg}	2 40	»	P	
6	» 20	»	8 33	+20	Praesepe	1	»		
8	» 20	»	11 8	+ 6.7	bei S Leonis	1	»		
2090	» 20	»	14 14	− 8.4	Virginis = 8^{mg}	3 2	»	P	
3	» 21	»	14 10	− 4.1	» = 6^{mg}	3 23	»	P	
6	» 22	»	12 0	− 6.2	» = 7^{mg}	4	»	P	
8	» 23	»	13 51	− 2.2	» = 8^{mg}	2 30	»	P	
2101	» 23	»	14 45	−15.6	α Librae	1 47	»	P	
4	» 24	»	15 14	−15.2	ο »	2 40	»	P	
7	Mai 9	»	13 34	± 0	Virginis	3	»	P	
2110	» 13	»	15 29	+ 6.7	Serpentis = 7^{mg}	3 16	»	P	
3	» 14	»	13 34	± 0	Virginis	2	»	P	
5	» 14	»	16 8	−14.5	Scorpii = 6^{mg}	2 16	»	P	
8	» 18	»	17 43	−19.5	Ophiuchi = 7^{mg}	3 16	»	P	
2121	» 19	»	16 49	− 6.0	23	3 20	»	P	
4	» 20	»	16 18	−23.3	ρ »	3 6	»	P	
7	» 21	»	17 32	−15.3	ξ Serpentis	4 4	»	P	
2130	» 22	»	17 15	−12.8	ν »	3 50	»	P	
3	» 23	»	16 44	−10.7	20 Ophiuchi	2 9	»	P	
6	Juni 7	»	17 3	−12.5	Serpentis = 6^{mg}	1 40	»	P	
8	» 8	»	17 39	−14.6	» = 6^{mg}	2 13	»	P	
2142	» 11	»	18 30	− 8.4	α Scuti	2 4	»	P	
5	» 13	»	18 18	− 9.1	ζ »	3	»	P	
8	» 19	»	18 18	−20.7	21 Sagittarii	3	»	P	
2151	» 20	»	18 24	−16.8	» = 7^{mg}	3	»	P	
4	» 22	»	18 16	−25.3	»	2	»	P	
6	Juli 5	»	11 25	+69.9	λ Draconis	15	»		und 2155 extrafocal
8	» 5	»	12 29	+70.4	κ »	15	»		» 7 »
2160	» 5	»	14 2	+64.9	α »	15	»		» 9 »
2	» 5	»	15 23	+59.3	ι »	15	»		» 2161 »
4	» 5	»	16 0	+58.8	ϑ »	15	»		» 3 »

Nummer	Datum	Objektiv	Gegend α	δ	Leitstern	Belichtung	Feld		Bemerkungen
	1901								
A 2166	Juli 5	Voigtl. II	16h 41m	+64°9	g Draconis	0h 15m	12°× 8°		und 2165 extrafocal
7	» 5	»	16 31	+61.1	»	15	»		» 8 »
2171	» 7	»	18 46	+33.2	β Lyrae	20	»		
3	» 7	»	10 57	+62.3	α Ursae	15	»		und 2172 extrafocal
5	» 7	»	10 56	+56.9	β »	15	»		» 4 »
7	» 7	»	11 48	+54.3	γ »	15	»		» 6 »
9	» 7	»	12 10	+57.6	δ »	15	»		» 8 »
2181	» 7	»	12 50	+56.5	ε »	15	»		» 2180 »
3	» 7	»	14 13	+51.8	ι Bootis	15	»		» 2 »
5	» 8	»	19 54	+22.7	14 Vulpeculae	1 50	»		
7	» 8	»	15 23	+59.3	ι Draconis	15	»		und 2186 extrafocal
9	» 9	»	20 34	−16.6	B.D. −16°5663	1 55	»	P	
2192	» 9	»	15 27	+62.8	B.D. +62°1416	15	»		und 2191 extrafocal
4	» 10	»	19 23	−21.7	B.D. −21°5410	2 45	»	P	
7	» 11	»	20 15	−15.6	β Capricorni	3	»	P	
2200	» 11	»	15 27	+62.8	B.D. +62°1416	15	»		und 2199 extrafocal
2	» 12	»	19 57	−16.1	B.D. −15°5551	1 45	»	P	
4	» 12	»	20 27	−13.0	B.D. −12°5766	1 45	»	P	
6	» 13	»	22 8	−21.6	41 Aquarii	1 35	»	P	
8	» 16	»	14 13	+46.5	λ Bootis	15	»		und 2207 extrafocal
2210	» 16	»	14 28	+38.7	γ »	15	»		» 9 »
2	» 16	»	14 58	+40.8	β »	15	»		» 2211 »
4	» 16	»	15 11	+33.7	δ »	15	»		» 3 »
6	» 16	»	22 8	−21.6	41 Aquarii	2 10	»	P	
8	» 18	»	19 51	−15.8	g Sagittarii	1 40	»	P	
2220	» 18	»	22 8	−21.6	41 Aquarii	2 15	»	P	
2	» 19	»	21 38	− 9.6	c¹ Capricorni	3	»	P	
7	Aug. 3	»	18 46	+33.2	β Lyrae	4	»		fünfmal
9	» 3	»	16 39	+39.1	η Herculis	15	»		und 2228 extrafocal
2231	» 3	»	17 12	+36.9	π	15	»		» 2230 »
3	» 3	»	17 53	+37.3	θ	15	»		» 2232 »
5	» 4	»	18 46	+33.2	β Lyrae	10	»		
7	» 5	»	» »	»	»	45	»		
2241	» 8	»	19 28	−18.4	B.D. −18°5432	2	»	P	
3	» 8	»	21 32	−23.7	Capricorni ∗ 8mg	1 51	»	P	
5	» 9	»	22 25	−11.2	σ Aquarii	2 30	»	P	
8	» 9	»	21 3	−21.0	27 Capricorni	2 15	»	P	
2251	» 10	»	22 33	+14.0	Pegasi - 6mg	1 20	»		
3	» 14	»	22 44	−14.1	τ Aquarii	2 40	»	P	
6	» 14	»	0 30	+39.8	B.D. +39°138	1 10	»		
8	» 17	»	22 58	+ 3.2	β Piscium	2 40	»	P	
2261	» 17	»	22 27	+15.3	B.D. +15°2670	2 40	»		
3	» 18	Voigtl. I	18 46	+33.2	β Lyrae	1 20	»		
7	» 18	»	22 45	+ 2.8	B.D. +2°4573	2	»		
9	» 18	»	1 33	+29.3	B.D. +29°256	1 30	»		
2271	» 20	»	1 47	+63.2	ε Cassiopejae	6	»		
3	» 21	»	19 41	+10.3	γ Aquilae	5 30	»		
5	» 22	»	19 42	+44.9	δ Cygni	15	»		
7	» 22	»	21 2	+38.2	61 »	15	»		
9	» 22	»	3 17	+49.5	α Persei	5 20	»		
2282	» 23	Voigtl. II	23 0	− 8.2	h Aquarii	2 50	»	P	
4	» 24	Voigtl. I	2 19	+56	10 Persei	4	»		
6	» 30	»	18 46	+33.2	β Lyrae	10	»		
8	Sept. 1	»	» »	»	» »	15	»		
9	» 1	»	0 35	+56	α Cassiopejae	10	»		
2291	» 1	»	17 30	+12.5	α Ophiuchi	20	»		
3	» 1	»	18 46	+33.2	β Lyrae	15	»		

Nummer	Datum	Objektiv	Gegend α	Gegend δ	Leitstern	Belichtung	Feld		Bemerkungen
	1901								
A 2294	Sept. 1	Voigtl. I	$0^h 50^m$	+60°2	γ Cassiopejae	$0^h 10^m$	12° × 8°		
6	» 1	»	4 53	+43.6	ε Aurigae	15	»		
2300	» 3	Voigtl. II	21 1	+43.3	ξ Cygni	22	»		
2	» 6	Voigtl. I	18 46	+33.2	β Lyrae	12	»		
3	» 16	»	» »	»	» »	5	»		
6	» 16	Voigtl. II	22 44	−14.1	τ Aquarii	2 40	»	P	
9	» 19	»	0 41	+11.4	58 Piscium	2 50	»	P	
2312	» 19	»	23 56	− 3.7	29 »	1 10	»	P	
3	» 21	Voigtl. I	18 46	+33.2	β Lyrae	10	»		
6	» 21	»	23 56	− 3.7	29 Piscium	2	»		
9	» 21	Voigtl. II	0 8	+10.7	χ Pegasi	2 40	»	P	
2321	» 30	Voigtl. I	18 46	+33.2	β Lyrae	10	»		
3	Okt. 1	»	0 3	+17.6	87 Pegasi	50	»		
2332	» 10	Voigtl. II	0 7	+14.7	γ »	2 30	»	P	
5	» 10	»	5 29	− 5.4	Orion Nebel	1	»		
7	» 11	»	23 42	− 3.4	20 Piscium	3 15	»	P	
9	» 11	»	23 28	− 1.9	14 »	2 50	»	P	
2341	» 12	»	0 58	+14.5	72 »	2 20	»	P	
4	» 12	»	23 42	− 3.4	20 »	3	»	P	
6	» 12	»	0 32	+21	55 »	2	»	P	
8	» 13	»	23 28	− 1.9	14 »	3	»	P	
9	» 13−15	Voigtl. I	3 40	+23.8	Plejaden	9 40	»		
2351	» 16	»	23 28	− 1.9	14 Piscium	3	»	P	
3	» 16	»	23 42	− 3.4	20 »	3	»	P	
6	» 18	Voigtl. II	1 4	−10.7	η Ceti	2 50	»	P	
8	Nov. 1	Voigtl. I	1 30	+16.9	B.D. +16°176	1 10	»	P	
2360	» 1	»	» »	»	»	2	»	P	
3	» 2	Voigtl. II	3 45	+12.8	B.D. +12°516	2 20	»	P	
5	» 3	»	3 14	+20.7	τ Arietis	2 40	»	P	
8	» 3	»	3 54	+12.3	λ Tauri	2 38	»	P	
2371	» 4	»	3 33	+14.2	B.D. +14°586	2 40	»	P	
3	» 4	Voigtl. I	3 40	+23.8	Plejaden	3	»	P	
5	» 5	»	0 30	+39.8	B.D. +39°138	6	»		
8	» 6	Voigtl. II	2 15	+16.4	B.D. +16°283	2 40	»	P	
2381	» 6	»	4 17	+ 9.3	γ Tauri	2 40	»	P	
4	» 6	»	4 57	+21.4	ι »	2 40	»	P	
6	» 12	Voigtl. I	18 46	+33.2	β Lyrae	10	»		
9	» 12	Voigtl. II	2 57	+ 3.7	α Ceti	2 40	»	P	
2392	» 12	»	4 58	+15.3	11 Orionis	2 40	»	P	
5	» 16	»	2 49	+ 1.4	B.D. +1°512	2 40	»	P	
8	» 16	»	4 57	+21.4	ι Tauri	2 40	»	P	
2401	» 17	»	3 33	+16.4	»	2 40	»	P	
4	» 17	»	4 9	+ 8.7	μ »	2 40	»	P	
6	Dez. 4	Voigtl. I	3 40	+23.8	Plejaden	5	»		
2410	» 4	Voigtl. II	7 12	+16.8	λ Geminorum	3	»	P	
3	» 4	»	6 48	+16.3	B.D. +16°1326	2 50	»	P	
6	» 5	»	2 58	− 0.7	B.D. −0°503	2 40	»	P	
8	» 5	Voigtl. I	7 35	+14.4	B.D. +14°1729	1 40	»	P	
2421	» 16	Voigtl. II	4 51	+17.1	B.D. +16°672	2 40	»	P	
4	» 16	»	5 35	+16.7	126 Tauri	2 40	»	P	
7	» 28	»	5 21	+22.0	ο	2 5	»	P	
	1902								
2429	Jan. 8	Voigtl. II	6 38	+25.2	ε Geminorum	3	12 × 8	P	
2432	» 14	»	8 37	+21.8	γ Cancri	2 40	»	P	
5	» 14	»	9 29	+17.3	B.D. +17°2109	2 31	»	P	
8	Febr. 3	»	9 30	+31.7	B.D. +31°2011	2	»	P	

Nummer	Datum	Objektiv	Gegend α	Gegend δ	Leitstern	Belichtung	Feld		Bemerkungen
	1902								
A 2441	Febr. 4	Voigtl. II	$6^h 31^m$	+16°5	γ Geminorum	3^h 0^m	12° × 8°	P	
4	» 4	»	10 18	− 3.3	25 Sextantis	2 40	»	P	
7	» 5	»	8 2	+22	μ Cancri	2 10	»	P	
9	» 12	»	8 49	+27.7	ϱ^2 »	2 40	»	P	
2452	» 22	»	10 57	+62.3	α Ursae	15	»		und 2451 extrafocal
4	» 22	»	10 56	+56.9	β »	15	»		» 3 »
6	» 22	»	11 25	+69.9	λ Draconis	15	»		» 5 »
8	» 22	»	11 48	+54.3	γ Ursae	15	»		» 7 »
2460	» 22	»	12 10	+57.6	δ »	15	»		» 9 »
2	» 22	»	13 20	+55.5	ζ »	15	»		» 2461 »
4	» 23	»	12 29	+70.4	κ Draconis	15	»		» 3 »
6	» 23	»	12 50	+56.5	ε Ursae	15	»		» 5 »
8	» 23	»	14 2	+64.9	α Draconis	15	»		» 7 »
2470	» 23	»	14 13	+51.8	ι Bootis	15	»		» 9 »
2	» 23	»	15 23	+59.3	ι Draconis	15	»		» 2471 »
4	» 23	»	15 21	+72.2	γ Ursae min.	15	»		» 3 »
6	» 24	»	8 38	+31.1	σ^1 Cancri	1 25	»	P	
8	» 25	»	10 58	+18.6	B.D. +18°2452	2 20	»	P	
2480	» 27	»	10 41	+14.8	k Leonis	2 31	»	P	
2	März 3	»	10 2	+ 6.3	B.D. +6°2259	2 41	»	P	
5	» 3	»	11 53	− 9.7	B.D. −9°3413	2 40	»	P	
8	» 3	»	11 32	− 9.2	ϑ Crateris	2 40	»	P	
2491	» 4	»	9 58	+ 3.8	13 Sextantis	2	»	P	
3	» 4	»	12 31	+ 4.1	B.D. +4°2631	2 37	»	P	
6	» 4	»	8 53	+32.8	64 Cancri	2	»	P	
8	» 5	»	8 31	+33.2	B.D. +33°1734	2	»	P	
2500	» 5	»	10 3	+12.4	α Leonis	2 40	»	P	
3	» 5	»	11 17	+11.1	ι »	2 40	»	P	
6	» 6	»	10 27	+ 9.9	ϱ »	2 40	»	P	
9	» 6	»	11 33	+ 1.8	B.D. +1°2597	2 15	»	P	
2511	» 10	»	10 25	− 0.1	β Sextantis	2 40	»	P	
4	» 10	»	11 33	+ 1.8	B.D. +1°2597	2	»	P	
6	» 10	»	12 25	−16	δ Corvi	2 40	»	P	
2522	» 12	»	5 29	− 5.4	Orion Nebel	40	»		
4	» 12	»	11 34	+ 1.9	B.D. +1°2597	40	»		
6	» 13	»	12 5	+ 6.4	11 Virginis	2 40	»	P	
9	» 13	»	11 11	− 3.1	φ Leonis	2 40	»	P	
2532	» 14	»	13 4	− 4.8	ϑ Virginis	1	»	P	
3	» 16	Voigtl. I	21 24	+12.7	Pegasi	7	»		
5	April 4	Voigtl. II	12 51	+ 3.9	δ Virginis	2 40	»	P	
8	» 7	»	13 2	− 8.1	g »	2 40	»	P	
2541	» 7	»	14 11	− 5.5	ι »	2 30	»	P	
4	» 7	»	18 40	+33.2	β Lyrae	1	»		
6	» 8	»	12 15	− 0.1	η Virginis	2 50	»	P	
9	» 8	»	13 2	− 8.1	g »	2	»	P	
2551	» 12	»	12 15	− 0.1	η »	3	»	P	
3	» 12	»	1 23	+88.8	α Ursae min.	3	»		
5	» 14	»	13 38	− 5	Virginis	2 40	»	P	
8	» 18	»	23 16	+23.2	τ Pegasi	10	»		
2561	Mai 5	»	15 28	− 5.3	B.D. −5°4100	28	»		
3	» 7	»	» »	»	» »	2 40	»	P	
6	» 7	»	15 54	−22.3	δ Scorpii	2 15	»	P	
9	» 10	»	15 8	− 4.7	B.D. −4°3840	1 48	»	P	
2572	» 11	»	15 54	− 8.2	50 Librae	2 35	»	P	
5	» 26	»	16 6	− 8.3	16 Scorpii	1 28	»	P	
7	» 27	»	» »	»	» »	1 45	»	P	
2585	» 27	Voigtl. I	1 23	+88.8	α Ursae min.	16	9 × 7		und 2581 extrafocal

Nummer	Datum	Objektiv	Gegend α	Gegend δ	Leitstern	Belichtung	Feld		Bemerkungen
	1902								
A 2586	Mai 28	Voigtl. I	16h 6m	− 8°3	16 Scorpii	2h 47m	12° × 8°	P	
2595	» 28	Voigtl. II	1 23	+88.8	α Ursae min.	12	9 × 7		und 2594 extrafocal
7	» 29	»	14 51	− 3.8	16 Librae	2 27	12 × 8	P	
9	Juni 2	»	16 53	−14.3	B.D. −14°4509	2 41	»	P	
2602	» 2	»	18 14	−18.9	B.D. −18°4926	40	»		
4	» 3	»	16 25	−16.4	φ Ophiuchi	2 40	»	P	
7	» 3	»	17 53	−24	4 Sagittarii	45	»		
9	» 11	»	16 1	−13.9	B.D. −13°4353	2 40	»	P	
2612	» 11	»	2 14	+56.6	χ−h Persei	30	»		
2622	» 19	»	1 23	+88.8	α Ursae min.	20	9 × 7		und 2621 extrafocal
2638	» 25	»	15 42	−13.3	B.D. −13°4269	1	12 × 8	P	
2640	» 26	»	15 29	− 9.7	37 Librae	1 50	»	P	
2	» 27	»	16 9	− 3.4	δ Ophiuchi	2 15	»	P	
4	» 28	»	19 59	−12.9	65 Sagittarii	2 40	»	P	
2650	Juli 2	»	18 46	+33.2	β Lyrae	20	»		
2	» 2	»	19 29	−10.7	37 Aquilae	2 40	»	P	
5	» 6	»	15 17	− 9.8	ε Librae	2 20	»	P	
8	» 7	»	19 40	−21.3	B.D. −21°5522	2 40	»	P	
2661	» 9	»	15 17	− 9.8	ε Librae	1 20	»	P	
3	» 9	»	20 13	−19.5	σ Capricorni	2 15	»	P	
6	» 12	»	»	»		2	»	P	
8	» 12	»	13 27	+47.8	B.D. +47°2066	41	»		
2670	» 29	»	20 12	−22.1	4 Capricorni	2	»	P	
2	» 29	»	20 23	− 3.7	68 Aquilae	2 10	»	P	
5	» 30	»	21 26	− 6	β Aquarii	1 28	»	P	
8	Aug. 7	»	» »	»	» »	2 30	»	P	
2680	» 9	»	21 33	−11.2	B.D. −11°5630	1 20	»	P	
2	» 28	»	21 18	−13.3	18 Aquarii	2 43	»	P	
5	» 31	»	23 1	+ 8.8	55 Pegasi	2 40	»	P	
8	Sept. 2	»	21 22	− 3.6	B.D. −3°5217	2 40	»	P	
2691	» 2	»	3 0	+34.4	B.D. +34°848	20	»		
3	» 2	»	22 52	− 3.1	B.D. −3°5539	2 35	»	P	
6	» 3	»	23 37	+ 9.7	77 Pegasi	2 40	»	P	
9	» 3	»	22 47	− 8.4	λ Aquarii	2 40	»	P	
2702	» 4	»	21 39	+ 9.3	ε Pegasi	2 40	»	P	
5	» 4	»	1 24	+29.9	B.D. +29°243	2	»		
7	» 7	»	20 59	−17.8	ϑ Capricorni	2 40	»	P	
2710	» 7	»	23 28	− 1.9	14 Piscium	3	»	P	
2	» 8	»	22 58	− 5.8	B.D. −5°5917	2	»	P	
4	» 8	»	23 35	+ 5.0	ι Piscium	2 40	»	P	
7	» 10	»	2 57	+38.4	ρ Persei	20	»		
9	» 23	»	22 18	− 5.3	51 Aquarii	2 30	»	P	
2721	» 24	»	0 40	+15.0	57 Piscium	3 20	»	P	
3	» 25	»	0 58	+14.5	72 »	3 30	»	P	
6	» 26	»	0 57	+ 0.8	26 Ceti	3	»	P	
9	» 27	»	22 25	− 7.2	B.D. −7°5797	2	»	P	
2731	» 27	»	1 12	+ 3.0	f Piscium	1	»	P	
3	Okt. 7	»	0 44	− 1	Ceti	2 20	»	P	
6	» 8	»	1 37	+19.7	107 Piscium	3 31	»	P	
9	» 10	»	2 7	+ 8.1	ξ² Ceti	10	»		
2742	» 21	Pauly J	3 40	+23.8	Plejaden	40	»		
4	» 23	»	20 38	+44.9	α Cygni	20	»		zweimal
6	» 23	Voigtl. II	0 29	− 1.0	14 Ceti	2 45	»	P	
9	» 24	»	1 35	+22.5	108 Piscium	3 30	»	P	
2752	» 25	»	17 35	+ 0.7	☄ Perrine 1902 b	1	»		
4	» 25	»	2 36	+10.3	85 Ceti	2 45	»	P	
7	» 28	»	2 18	+10.3	ξ Arietis	2 3	»	P	

Nummer	Datum	Objektiv	Gegend α	Gegend δ	Leitstern	Belichtung	Feld		Bemerkungen
	1902								
A 2760	Okt. 29	Voigtl. II	$2^h 57^m$	$+ 3^\circ.5$	α Ceti	$2^h 50^m$	$12^\circ \times 8^\circ$	P	
3	Nov. 4	»	2 18	+10.3	ξ Arietis	2 30	»	P	
6	» 4	»	3 5	+19.2	δ »	2	»	P	
9	» 17	»	15 21	+72.2	γ Ursae min.	15	»		und 2768 extrafocal
2771	» 17	»	14 2	+64.9	α Draconis	15	»		» 2770 »
6	» 21	»	2 36	+19.5	μ Arietis	2 50	»	P	
9	» 21	»	22 48	+82.4	B.D. $+82^\circ.703$	15	»		und 2778 extrafocal
2781	» 21	»	23 35	+77.1	γ Cephei	15	»		» 2780 »
3	» 21	»	20 12	+77.4	$\varkappa$ »	15	»		» 2 »
5	» 21	»	22 33	+73.1	31 »	15	»		» 4 »
7	» 21	»	21 27	+70.1	β »	15	»		» 6 »
9	» 22	»	1 57	+10.5	B.D. $+10^\circ.275$	2 30	»	P	
2792	» 22	»	5 16	− 0.6	o Orionis	2 10	»	P	
5	Dez. 5	»	2 23	+19.4	26 Arietis	50	»	P	
7	» 9	»	5 46	+27.7	136 Tauri	3	»	P	
2802	» 22	»	2 23	+19.4	26 Arietis	2 40	»	P	
5	» 22	»	7 3	+ 7	Canis min.	2 40	»	P	
2810	» 23	»	4 22	+19.0	ε Tauri	3	»	P	
3	» 23	»	6 23	− 7.1	β Monocerotis	2 30	»	P	
6	» 24	»	3 40	+23.8	Plejaden	2	»		und 2815 extrafocal
8	» 24	»	18 6	+86.6	δ Ursae min.	2	»		» 7 »

B. Bruce-Teleskop.

Ort: Astrophysikalisches Observatorium Königstuhl-Heidelberg.

Nummer	Datum	Objektiv	Gegend α	Gegend δ	Leitstern	Belichtung	Feld	
	1900							
B 8	Aug. 29	a	$19^h 55^m$	$+17°.2$	13 Sagittae	$1^h 30^m$	8° × 6°.5 *)	
10	» 31	»	19 27	+27.5	β Cygni	3	»	
3	» 31	b	2 22	+33.2	Trianguli	59	6 × 5	
8	Sept. 3	a	» »	»	»	1 36	5 × 3.5	
20	» 13	»	23 3	− 4.5	Aquar-Pisc.	36	8 × 6.5	
3	» 14	»	0 36	+40.5	Andromeda-Nebel	1 30	»	
5	» 15	»	23 16	+16.5	B.D. +16°4912	3	»	
7	» 15	»	3 40	+23.8	Plejaden	3	6 × 5	P
9	» 16	»	23 16	+16.5	Pegasi	1 30	8 × 6.5	
31	» 18	»	21 39	−12	λ Capricorni	3	»	P
5	» 20	b	21 55	−10.8	Aquarii	3 24	»	P
7	» 21	a	0 26	−10.8	Ceti	3	»	P
41	» 22	»	0 26	−10.8	»	3	»	P
3	» 23	»	0 23	−16	»	3	»	P
5	» 26	»	22 35	− 4	Aquarii	2 49	»	P
7	» 30	»	22 51	− 3	»	3 14	»	P
50	Okt. 12	»	23 0	+14.6	α Pegasi	2 20	»	
2	» 13	»	1 47	+63.2	ε Cassiopejae	2 25	»	
4	» 16	»	18 38	+39.7	ε Lyrae	26	5 × 3.5	
6	» 22	»	21 8	+29.6	ζ Cygni	5	»	
9	» 22	b	1 39	+ 7	Piscium	3 2	8 × 6.5	P
62	» 23	»	1 35	+ 9.5	»	3 1	»	P
4	» 28	a	1 30	+ 8.5	»	35	»	P
6	» 31	»	» »	»	»	1 21	»	P
8	Nov. 11	»	1 28	+ 7	»	1 54	»	P
70	» 12	»	» »	»	»	2	»	P
2	» 24	»	1 30	+ 8.5	»	3	»	P
4	» 27	»	1 38	+ 8.6	o Piscium	3 35	»	P
6	» 27	»	5 29	− 5.4	ϑ Orionis	33	»	
8	Dez. 8	»	1 33	+44	χ Andromedae	12	»	
80	» 9	»	» »	»	»	1 55	»	
2	» 17	»	2 14	+37.6	B.D. +37°544	1 30	»	
4	» 17	»	5 29	− 5.4	Orion Nebel	4 20	»	
7	» 20	b	6 8	+22.6	η Geminorum	3 10	»	P
90	» 20	a	5 43	+32	Aurigae	2 27	»	P
2	» 25	»	6 2	+22.6	Geminorum	2	»	P
	1901							
96	Jan. 7	a	2 45	+34.7	17 Persei	17	8 × 6.5	
8	» 7	»	2 50	+31.5	21 »	1 12	»	P
100	» 8	»	3 15	+27.3	62 Arietis	15	»	
2	» 9	»	» »	»	» »	1 28	»	P
4	» 9	»	8 24	+24.4	υ¹ Cancri	1 45	»	P
6	» 10	»	8 16	+24.4	»	1 46	»	P
8	» 12	»	7 42	− 2.5	Monocerotis	29	»	
110	» 13	»	8 33	+20	Praesepe	2 10	»	P
2	» 14	»	1 47	+63.2	ε Cassiopejae	4 50	»	
4	» 14	»	8 0	+36	Lyncis	2	»	P
6	» 15	»	5 29	− 5.4	ϑ Orionis	16	»	
8	» 16	»	» »	»	Orion Nebel	6 15	»	

*) Alle mit dem Bruce-Teleskop gemachten Aufnahmen haben Hochformat, lange Seite von N nach S.

Nummer	Datum	Objektiv	Gegend		Leitstern	Belichtung	Feld	
			α	δ				
	1901							
B 121	Jan. 17	b	$7^h 42^m$	− 1°0	Monocerotis	$3^h 16^m$	8° × 6°5	P
3	» 17	a	12 23	+20.6	17 Comae	1 42	»	
6	» 18	b	8 0	+24	Cancri	3 2	»	P
8	» 18	»	8 33	+20	Praesepe	2 15	»	P
132	Febr. 11	»	7 40	+26	Geminorum	1 12	»	P
5	» 13	»	10 27	+ 9.9	ϱ Leonis	2 21	»	P
7	» 13	a	8 22	+19.5	Cancri	1 32	»	P
147	» 17	»	10 27	+ 9.9	ϱ Leonis	3 30	»	P
9	» 21	»	10 18	+ 9.7	»	2 30	»	P
151	» 22	»	10 51	+ 6.8	56 »	3	»	P
3	» 26	»	3 24	+43.2	Nova Persei	10	»	
5	März 13	»	10 12	+ 9.6	Leonis	3	»	P
7	» 19	»	3 24	+43.2	Nova Persei	1	»	
8	» 24	»	12 47	+28.1	31 Comae	2 30	»	
160	» 26	»	12 23	−10.0	Virginis	2	»	P
2	April 9	»	11 43	+20.7	93 Leonis	32	»	
4	» 20	»	12 47	+28.1	31 Comae	2 30	»	
6	» 21	»	11 43	+20.7	93 Leonis	2 29	»	
8	» 22	»	12 3	− 5.8	Virginis	3 12	»	P
170	» 23	»	13 28	− 4.5	»	1 51	»	P
2	» 24	»	14 23	− 3	»	2 10	»	P
6	Mai 9	b	13 25	+47.8	Spiral Nebel (Can. venat.)	30	»	
8	» 12	a	12 47	+21.7	35 Comae	2 30	»	
180	» 13	»	10 3	+12.4	α Leonis	48	»	
2	» 13	»	12 47	+21.7	35 Comae	2	»	
4	» 14	»	10 3	+12.4	α Leonis	55	»	
6	» 14	»	12 17	+25.4	12 Comae	2 25	»	
9	» 18	b	16 26	− 4.2	Ophiuchi	2	»	P
191	» 18	a	21 1	+43.3	ξ Cygni	45	»	
3	» 19	»		+90	Pol	2 10	»	
5	» 20	»	11 8	+ 6.7	bei δ Leonis	30	6 × 5	
7	» 20	»	13 6	+28.3	bei 43 Comae	2 20	8 × 6.5	
9	» 21	»	» »	»	» » »	2 45	»	
201	» 22	»	14 11	+19.7	α Bootis	2 48	»	
3	» 23	»	16 18	−23.3	ϱ Ophiuchi	1 50	»	P
5	» 24	»	17 15	−12.8	r Serpentis	2	»	P
211	Juni 7	»	17 21	−21.0	bei ξ Ophiuchi	1 30	»	P
3	» 8	»	16 51	+ 3.3	»	1 20	»	P
5	» 11	»	17 15	−21.0	ξ Ophiuchi	1 25	»	P
7	» 13	»	21 14	+43.3	A Cygni	2 24	»	
9	» 19	»	18 20	−25.6	λ Sagittarii	2	»	P
221	» 20	»	21 1	+43.3	ξ Cygni	1 30	»	
3	» 22	»	17 15	−21.0	ξ Ophiuchi	1 40	»	P
7	Juli 8	»	23 35	+32	Pegasi	1	»	
9	» 9	»	23 11	+32		2	»	
231	» 10	»	17 56	−23	Sagittarii	2	»	
3	» 10	»	18 49	+32.7	Ring Nebel Lyrae	30	»	
5	» 11	»	23 29	+28.5	Pegasi	2	»	
7	» 12, 13	»	21 1	+43.3	ξ Cygni	4 54	»	
9	» 16, 18	»	20 19	+40	γ »	6 50	»	
241	» 19	»	19 41	+10.3	γ Aquilae	3 50	»	
4	Aug. 8	b	0 7	+37	Andromedae	2	»	
6	» 8	a	2 14	+56.6	χ—h Persei	20	»	
9	» 9	b	21 55	+ 2	Pegasi	2 10	»	
251	» 9	a	19 55	+19.4	γ Sagittae	1 40	»	
3	» 10	»	22 14	− 8.4	ϱ Aquarii	1 12	»	P
6	» 14	b	22 9	− 9	»	2	»	P

Nummer	Datum	Objektiv	Gegend α	Gegend δ	Leitstern	Belichtung	Feld	
	1901							
B 258	Aug. 14	a	$0^h 36^m$	$+40^{\circ}.5$	Andromeda-Nebel	$0^h 30^m$	$8^{\circ} \times 6^{\circ}.5$	
260	» 14	»	23 54	+ 6.3	ω Piscium	1 26	»	P
3	» 17	b	22 25	− 7	Aquarii	3	»	P
5	» 18	a	0 36	+40.5	Andromeda-Nebel	3 40	»	
7	» 20, 21	»	19 46	+32.5	χ Cygni	6 12	»	
9	» 21	»	21 2	+38.2	61 Cygni	10	»	
271	» 21	»	19 42	+44.9	δ »	15	»	
3	» 22	»	13 25	+47.8	Can. venat.	35	»	
5	» 22	»	17 28	+52.4	β Draconis	20	»	
7	» 22	»	19 13	+67.5	δ »	2 4	»	
9	» 22	»	3 24	+43.2	Nova Persei	1 5	»	
281	» 23	»	» »	»	» »	4 6	»	
4	» 24	b	23 11	+ 2.6	γ Piscium	3 10	»	P
6	Sept. 19	a	22 4	+ 5.6	θ Pegasi	3	»	
8	» 21	»	3 40	+23.8	Plejaden	1 5	»	
290	» 21	»	5 52	+45.0	β Aurigae	2 40	»	
2	» 22	»	0 6	+ 4	Pegasi	2	»	P
4	Okt. 11	»	23 42	− 3.4	20 Piscium	3 4	»	P
6	» 11	»	23 28	− 1.9	14 »	2 34	»	P
8	» 12	»	» »	»	» »	3 30	»	P
300	» 12	»	1 4	+35.1	β Andromedae	3	»	
2	» 13	»	22 4	+ 5.6	θ Pegasi	3	»	P
4	» 13	»	1 48	+20.3	β Arietis	3	»	P
6	» 14	»	21 10	+ 4.7	α Equulei	2 45	»	P
8	» 15	»	22 5	+32.7	π Pegasi	3	»	
310	» 15	»	3 17	+49.5	α Persei	2 18	»	
2	» 16	»	23 42	− 3.4	20 Piscium	3 4	»	P
4	» 16	»	1 48	+20.3	β Arietis	1	»	
6	» 16	»	1 57	+ 2.3	α Piscium	2 40	»	P
8	» 18	»	23 28	− 1.9	14 »	3 30	»	P
320	» 18	»	1 4	+35.1	β Andromedae	1	»	
2	Nov. 1	»	23 42	− 3.4	20 Piscium	1 30	»	P
4	» 2	»	2 3	+ 3	Ceti	2 30	»	P
7	» 3	»	3 36	+38.2	Persei	2 30	»	
9	» 3	»	2 14	+ 8.2	Ceti	2 30	»	P
331	» 4	»	2 3	+ 3	Ceti	2	»	P
3	» 4	»	4 12	−14.5	Eridani	2 30	»	
6	» 5	b	2 57	+ 3.7	α Ceti	4 30	»	
8	» 6	a	1 47	+63.2	ε Cassiopejae	36	»	
340	» 6	»	4 22	+15.8	θ^2 Tauri	2	»	P
2	» 6	»	4 58	+15.3	11 Orionis	1 30	»	P
4	» 12	»	1 57	+ 2.3	α Piscium	2	»	P
6	» 12	»	2 23	+ 8.6	ξ^2 Ceti	2	»	P
8	» 16	»	1 57	+ 2.3	α Piscium	1 30	»	P
350	» 16	»	2 23	+ 8.6	ξ^2 Ceti	2	»	P
4	» 17	»	3 24	+43.2	Nova Persei	4 6	»	
6	Dez. 4	»	5 0	+18.5	m Tauri	2 15	»	P
8	» 4	»	5 48	+37	Aurigae	2	»	
360	» 5	»	22 28	− 0.6	η Aquarii	2	»	P
2	» 5	»	3 24	+43.2	Nova Persei	2 10	»	
4	» 16	»	» »	»	» »	3 5	»	
6	» 28	»	4 17	+34	55 Persei	2 12	»	P
	1902							
368	Jan. 8	a	7 4	+27.1	47 Geminorum	2	8 × 6.5	P
370	» 8	»	7 22	+ 9.3	γ Canis min.	2 10	»	P
2	» 14	»	7 28	+32.1	α Geminorum	3 20	»	P

Nummer	Datum	Objektiv	Gegend α	Gegend δ	Leitstern	Belichtung	Feld	
	1902							
B 374	Febr. 3. 4	a	$3^h 24^m$	+43°2	Nova Persei	$6^h 42^m$	8° × 6°5	
6	» 4	»	8 37	+21.8	γ Cancri	1 40	»	P
8	» 5	»	5 29	− 5.4	ϑ Orionis	3 2	»	
382	» 12	»	9 2	+22	Cancri	2	»	P
4	» 23	»	0 50	+60.2	γ Cassiopejae	30	»	
6	» 24	»	8 14	+19.5	Cancri	1 14	»	P
8	» 25	»	0 4	+58.6	β Cassiopejae	30	»	
390	» 25	»	0 35	+56	α »	30	»	
2	» 25	»	1 19	+59.7	δ »	30	»	
4	» 25	»	1 47	+63.2	ε »	30	»	
6	» 27	»	8 14	+19.5	Cancri	1 55	»	P
8	März 2	»	» »	»	»	2 30	»	P
400	» 3	»	10 2	+18.0	Leonis	2	»	P
2	» 3	»	10 2	+10.6	A »	2 6	»	P
4	» 3	»	11 46	+ 2.3	β Virginis	2	»	P
6	» 4	»	10 2	+18.0	Leonis	2	»	P
8	» 4	»	11 1	+ 2.6	p^4 »	2	»	P
410	» 4	»	11 46	+ 2.3	β Virginis	2	»	P
2	» 5	»	3 24	+43.2	Nova Persei	4 10	»	
4	» 5	»	12 15	− 0.1	η Virginis	2	»	P
6	» 6	»	5 25	+30.4	Nova Aurigae	5 5	»	
8	» 6	»	12 15	− 0.1	η Virginis	2 10	»	P
420	» 10	»	4 7	+48.1	μ Persei	4 50	»	
2	» 10	»	12 45	− 5.5	Virginis	1 40	»	P
4	» 12	»	3 24	+43.2	Nova Persei	2 24	»	
6	» 13	»	10 54	+13.5	Leonis	2	»	P
8	» 13	»	8 14	+19.5	Cancri	2	»	P
430	April 4	»	12 30	− 5.2	f Virginis	2 12	»	P
2	» 7	»	14 37	− 0.9	γ »	2 20	»	P
4	» 7	»	14 0	+34	Can. venat	3	»	
6	» 8	»	11 46	+ 2.3	β Virginis	3 20	»	P
8	» 12	»	10 2	+17.3	η Leonis	2 40	»	P
440	» 12	»	13 49	+19.0	η Bootis	2 10	»	
2	» 14	»	12 51	+ 3.9	δ Virginis	2 26	»	P
4	» 14	»	15 45	+ 4.6	ε Serpentis	1 35	»	P
6	» 18	»	23 28	+23.6	☄ Brooks 1902a	7	»	
7	» 27	»	12 6	+21.3	5 Comae	1 30	»	
9	» 28	»	» »	»	» »	1 30	»	
451	» 28	»	13 49	+19.0	η Bootis	1 8	»	
3	» 29	»	14 41	+ 2.3	109 Virginis	1 30	»	P
5	» 29	»	15 0	−15.8	ν Librae	1 40	»	P
7	Mai 7	»	14 41	+ 2.3	109 Virginis	2	»	P
9	» 7	»	15 14	−15.2	o Librae	2	»	P
461	» 10	»	14 27	+ 5.5	Virginis	1 29	»	P
3	» 11	»	15 8	−15.3	Librae	1 42	»	P
5	» 26	»	14 18	+ 6	Bootis	1 2	»	P
7	» 27	»	14 54	−12.5	Librae	1 45	»	P
9	» 28	»	14 53	−12.2	»	2	»	P
471	» 29	»	14 18	+ 6	Bootis	1 52	»	P
3	Juni 2	»	15 40	− 9.0	Librae	2 40	»	P
5	» 3	»	16 8	−25.2	Scorpii	2	»	P
9	» 9	»	17 37	−16.2	Ophiuchi	2	»	P
481	» 11	»	16 8	−25.2	Scorpii	1 50	»	P
3	» 11	»	17 31	−16.5	Ophiuchi	1 30	»	P
5	» 19	»		+90	Pol	10	»	
6	» 19	»	18 46	+33.2	β Lyrae	10	»	
7	» 19	»	20 19	+40	γ Cygni	10	»	

Nummer	Datum	Objektiv	Gegend α	Gegend δ	Leitstern	Belichtung	Feld	
	1902							
B 488	Juni 19	a	$19^h 41^m$	+10°3	γ Aquilae	$0^h 10^m$	8° × 6°5	
9	» 25	»	15 51	−14.0	48 Librae	1 20	»	P
492	» 26	b	15 44	−13.7	»	1 52	»	P
5	» 27	a	» »	»	»	1 45	»	P
8	» 28	»	15 37	−13.5	»	1 52	»	P
500	Juli 2	»	15 35	−13.5	»	1 41	»	P
2	» 3	»	18 35	− 8.4	Scuti	15	»	P
5	» 6	»	18 30	− 8.4	α »	3	»	P
7	» 7	»	19 49	− 8.6	57 Aquilae	1 48	»	P
9	» 9	»	19 29	−10.7	37 »	3	»	P
511	» 12	»	19 20	+ 2.9	δ »	2 45	»	
3	» 29	»	20 50	− 0.1	Aquarii	2 10	»	
5	» 30	»	20 15	−15.3	β Capricorni	2	»	P
7	Aug. 15	»	19 42	+44.9	δ Cygni	15	»	
9	» 15	»	21 2	+38.2	61 »	10	»	
521	» 23	»	19 46	+ 8.6	α Aquilae	20	»	
3	» 28	»	0 4	+58.6	β Cassiopejae	30	»	
6	» 28	b	19 0	−20	Sagittarii	1 35	»	P
8	Sept. 2	a	23 8	+ 0.5	Piscium	2 17	»	P
530	» 2	»	3 17	+35.2	☄ Perrine 1902 b	1 30	»	
2	» 3	»	23 24	− 5.5	Aquarii	2	»	P
4	» 3	»	0 1	− 0.1	Piscium	1 30	»	P
6	» 4	»	0 35	+56	α Cassiopejae	30	»	
8	» 4	»	0 50	+60.2	γ »	30	»	
540	» 4	»	1 19	+59.7	δ »	30	»	
2	» 4	»	0 47	− 1.7	20 Ceti	2 2	»	P
4	» 7	»	1 47	+63.2	ε Cassiopejae	30	»	
6	» 7	»	0 1	− 0.1	Piscium	2 20	»	P
8	» 7	»	3 10	+37.6	☄ Perrine 1902 b	1 30	»	
550	» 8	»	0 36	+40.5	Andromeda-Nebel	30	»	
2	» 8	»	23 42	− 2.4	Piscium	2 10	»	P
4	» 8	»	23 28	− 1.9	14 »	2 10	»	P
6	» 13	»	2 56	+41.2	☄ 1902 b	50	»	
8	» 21	»	2 10	+48.8	» »	1	»	
560	» 22	»	2 0	+49.8	» »	1 46	»	
2	» 23	»	23 42	− 2.4	Piscium	2 4	»	P
4	» 24	»	0 1	− 1.1	»	2	»	P
6	» 25	»	1 21	+53.3	☄ 1902 b	1	»	
8	» 25	»	1 20	+53.4	» »	1	»	
570	» 25	»	0 28	− 2.0	Ceti	2	»	P
2	» 26	»	1 27	+30.0	M 33 Trianguli	5 30	»	
4	» 27	»	0 43	+55.4	☄ 1902 b	53	»	
6	Okt. 1	»	22 50	+56.7	» »	1	»	
8	» 1	»	2 22	+ 2.5	Ceti	2 42	»	P
580	» 7	»	19 56	+42.8	☄ 1902 b	1	»	
2	» 7	»	2 12	+10	Arietis	2 10	»	P
4	» 7	»	1 57	+ 2.3	α Piscium	2	»	P
6	» 8	»	23 54	− 4.1	27 »	2 10	»	P
8	» 8	»	19 34	+38.5	☄ 1902 b	2	»	
590	» 10	»	1 57	+ 2.3	α Piscium	20	»	
3	» 13	»	3 40	+23.8	Plejaden	4	5 × 3.5	
6	» 21	»	0 4	+58.6	β Cassiopejae	4	8 × 6.5	
600	» 23	»	17 41	+ 3.0	☄ 1902 b	15	»	
2	» 23	»	23 19	− 6.6	Aquarii	2 22	»	P
4	» 23	»	1 47	± 0	Ceti	2 10	»	P
6	» 24	»	23 34	− 6.7	Aquarii	2 10	»	P
8	» 24	»	1 55	+10.3	Arietis	2	»	P

Nummer	Datum	Objektiv	Gegend		Leitstern	Belichtung	Feld	
			α	δ				
	1902							
B 610	Okt. 25	a	$17^h 34^m$	+ 0°5	☄ 1902 b	$1^h 20^m$	8° × 6°5	
2	» 25	»	23 36	+ 1	λ Piscium	3 20	»	P
4	» 25	»	3 30	+20.5	Tauri	2 20	»	P
6	» 28	»	3 21	+20.1	Arietis	2	»	P
8	Nov. 4	»	3 31	+16.1	Tauri	2 20	»	P
621	» 17	»	17 54	+51.5	γ Draconis	45	»	
3	» 18	»	20 15	−15.3	β Capricorni	56	»	
5	» 20	»	3 25	+13.6	Tauri	2 19	»	P
7	» 21	»	3 10	+14.5	»	2 22	»	P
9	» 21	»	3 14	+21.5	»	1 34	»	P
631	» 22	»	3 57	+21.9	A »	3 30	»	P
4	Dez. 22	»	3 40	+23.8	Plejaden	5	»	P
6	» 22	»	2 54	+12.5	Arietis	1 2	»	P
9	» 23	»	3 2	+18.5	54 Arietis	2 18	»	P
641	» 23	»	6 31	+16.5	γ Geminorum	3 30	»	P
3	» 24	»	6 58	+20.7	ζ »	2	»	P
5	» 24	»	7 28	+32.1	α »	2 18	»	P

PUBLIKATIONEN
DES
ASTROPHYSIKALISCHEN INSTITUTS
KÖNIGSTUHL-HEIDELBERG

BAND II. No. 2.

Helligkeiten und mittlere Örter von 359 Sternen der Plejaden-Gruppe.

Der erste Teil der vorliegenden Abhandlung war eine Anwendung der graphischen Methode, welche von Prof. Wolf für die Bestimmung von Sternhelligkeiten vorgeschlagen worden ist.*) Ich bin dabei auf eine Gleichung gestoßen, welche, in den drei behandelten Fällen, die photographische Durchmesser-Helligkeitskurve innerhalb der benutzbaren Strecke darstellt.**) Freilich fehlt ein Beweis der Notwendigkeit ihres Bestehens.

Im zweiten Teile findet sich ein Vergleich zweier Methoden für die Bestimmung von Sternpositionen aus den auf einer photographischen Platte angestellten Messungen und das Resultat der Ausmessung mit den definitiven Örtern der im ersten Teile photometrisch behandelten Sterne.

Hinzugefügt sind eine Zeichnung der für die drei gemessenen Platten gefundenen Durchmesser-Helligkeitskurven (im Text) und eine Karte, welche die in der untersuchten Gegend bis zur fünfzehnten Größenklasse meßbaren Sterne enthält.

Es sind in letzter Zeit so viele schwächere veränderliche Sterne auf photographischem Wege entdeckt worden, daß der Mangel an Vergleichsternen mit bekannten photographischen Helligkeiten immer fühlbarer wird. So lange nur die visuellen Größen der Sterne zur Verfügung stehen, ist wenig anzufangen, erstens: weil die bisher ausgeführten visuellen Größenschätzungen kaum hinabreichen zu den schwächeren Größenklassen, wo die Photographie sie am meisten brauchen könnte — es zeigt sich natürlich eine viel größere Anzahl veränderlicher Sterne unter den schwächeren, als unter den helleren —, zweitens: weil die chemische und optische Wirksamkeit der Lichtstrahlen verschieden ist, so daß die Sterne, nach ihren visuellen Größen geordnet, in einer ganz anderen Reihenfolge stehen, als sie auf der photographischen Platte abgebildet sind.

Meistens ist man bemüht gewesen, aus dem Durchmesser des Sternscheibchens oder aus dem Grad der Schwärzung des extra- oder intra-fokalen Bildes, eine solche Sterngröße zu ermitteln, welche mit der visuellen Größe des Sternes möglichst übereinstimmen sollte. Will man nur dieses Ziel vor Augen behalten, so muß man sich darauf beschränken, mit einer und derselben Formel die Sterngrößen solcher Sterne zu berechnen, welche dieselbe überwiegende Farbe haben. Nimmt man z. B. die bekannte Charliersche Formel

$$m = a - b \log D,$$

und besteht man darauf, die erhaltene Größe m müsse immer der visuellen Größe des Sterns gleich kommen, und sollen a und b für alle Sterne auf der ganzen Platte gelten, so muß der Durchmesser D aller derselben visuellen Größenklasse angehörigen Sterne derselbe sein. Das ist aber nicht möglich. Man würde gezwungen sein, nur Sterne von einer und derselben überwiegenden Farbe zu

*) Photographische Messung der Sternhelligkeiten im Sternhaufen G.C. 4410, A.N. Nr. 3019 pag. 297, 1891.

**) Dieselbe Funktion ist auch, wie sich nachträglich zeigte, von Kapteyn benutzt worden.

messen, was sich aus dem photographischen Bilde schwer entscheiden läßt, und man müßte für jede Farbe die Konstanten frisch bestimmen, um eine leidliche Übereinstimmung zu erzielen. Auf der Platte sind aber alle Sterne schwarz, im mittleren Fokus unterscheiden sich die Scheiben hauptsächlich im Durchmesser, nur die gröbsten Unterschiede in den wirklichen Farben der Sterne sind durch die Schärfe des Scheibenrandes erkennbar. Aus der Platte allein kann man also schwerlich entscheiden, ob ein kleinerer Durchmesser der Unempfindlichkeit der Gelatinschicht für das Licht gewisser Wellenlängen, oder der Lichtschwäche des Sternes zuzuschreiben ist. Daraus ist ersichtlich, daß man wohl denselben Stufengang für photographische als für visuelle Helligkeiten benutzen kann, daß aber eine allgemeine Übereinstimmung der visuellen und photographischen Helligkeiten der einzelnen Sterne nicht herstellbar ist.

Die Photographie hat sich bekanntlich in der Astronomie eine fast völlig selbständige Stellung errungen. Die Untersuchungen von schwächeren Objekten sind am leichtesten photographisch ausführbar, können sogar kaum anders unternommen werden. Hat man daher solche Aufgaben zu bearbeiten, welche aller Wahrscheinlichkeit nach nur für weitere photographische Untersuchungen benutzt werden können und für visuelle Beobachtungen wenig zu benutzen sein werden, so scheint es sowohl unnötig als unvernünftig, wenn man sich um eine Übereinstimmung mit visuellen Resultaten kümmert und alles, was im visuellen Sinne keine Deutung hat, als eine Ausnahme betrachtet. Die Herstellung des Katalogs der photographischen Himmelskarte weist deutlich darauf hin, daß sich allmählich die Meinung Bahn bricht, man solle Resultate, die photographisch abgeleitet sind, auch rein photographisch belassen.

Um eine photographische Photometrie zu begründen, mußte man aber vorläufig einen Übergang gebrauchen: man nahm an, daß die visuellen Größenschätzungen auch für die photographische Platte gelten, schloß diejenigen Sterne aus, welche starke Abweichungen zeigten, und bestimmte so die Konstanten der Formeln. Aus den so erhaltenen Formeln konnte man dann wieder unbekannte Sterngrößen berechnen.

Gebraucht man jetzt diese sozusagen photographisch-visuellen Werte, um eine erste rohe Skala zu konstruieren, wiederholt man dann dieselbe Operation mit den mittelst der ersten Skala abgeleiteten Größen und fährt so fort, so darf man annehmen, daß das ursprüngliche, visuelle Element sich nach und nach eliminiert, und daß man endlich rein photographische Sterngrößen erhält.

Dieses Resultat kann am schnellsten herbeigeführt werden, wenn sich alle photographisch-photometrischen Untersuchungen auf eine und dieselbe Gegend beschränken, so daß wir schließlich darin eine Normalgegend haben. Die Gruppe der Plejaden besitzt den Vorteil, mehrmals und auf die verschiedensten Weisen der Gegenstand photometrischer Untersuchungen gewesen zu sein.

Aus diesem Grunde wurden die folgenden Messungen auf einem Streifen der Plejaden ausgeführt, welcher sich in Rektaszension über etwa 27′, in Deklination über etwa 1° ausdehnt und möglichst frei von Nebelmaterie ist. Es ist der Streifen zwischen Alkyone und Pleione, An. 28 und An. 31.

Gaultier hat es übernommen, die Sterne der Plejaden bis zur zwölften photographischen Größenklasse von Jahr zu Jahr zu überwachen.*) Die vorliegenden Messungen beschränken sich deshalb auf die Sterne von der zwölften bis zur fünfzehnten Größenklasse inklusive, welche in dem gemessenen Streifen vorhanden sind.

Eine geringe Anzahl schwacher Sterne zwischen der vierzehnten und sechzehnten Größenklasse war leider verwaschen und undeutlich, so daß sie gar nicht gemessen werden konnte. Andererseits werden sich vielleicht auch einige der allerschwächsten Sterne als Plattenfehler herausstellen. Die meisten der Sterne unter 14.5 Gr. waren recht schwer und unsicher zu messen und wurden nur mitgenommen, um die Liste so komplett wie möglich zu machen. An der Grenze der Sichtbarkeit ist die Form der Sternflecken von der lokalen Gestaltung des Gelatinkorns, der Luftunruhe und der Entwicklung sehr abhängig, und die resultierenden Größen dieser schwachen Sterne sind deshalb nur als ziemlich angenähert zu betrachten.

Die im folgenden benutzten Platten sind mit dem 16zölligen Bruce-Teleskop, Objektiv *a*, von Prof. Wolf aufgenommen worden, mit Alkyone als Leitstern:

1.	B 27	1900 Sept. 15	sehr schön klar	Belichtung	2^h	56^m
2.	B 288	1901 Sept. 21	schön klar	»	1	5
3.	B 634	1902 Dez. 22	schön klar, ruhig	»	5	0
4.	B 828	1903 Sept. 20	sehr klar, aber stürmisch	»	0	15.

I. Photographische Photometrie.

Allgemeines über die Vermessung der Platten und die Konstruktion der Kurven.

Vor allem ist die Kenntnis der Größen einer Anzahl von Sternen auf der zu messenden Platte erforderlich. Die Methode gestaltet sich am günstigsten, wenn zwischen dem hellsten und dem schwächsten dieser Sterne ein Unterschied von mehreren Größenklassen vorhanden ist. Sind ferner die Größen einer ziemlich großen Anzahl von Sternen als bekannt vorauszusetzen, so brauchen dieselben nicht einmal streng richtig zu sein. Die photographisch-

*) Catalogue annuel des grandeurs photographiques de 300 étoiles des Pléiades, par Eugène Gaultier. Bull. Soc. Ast. d. F. octobre 1900.

photometrischen Messungen der Plejaden von Charlier, Gaultier und Max Wolf bieten das erforderliche Material. Da Charlier aber die Helligkeiten der schwächsten Sterne seiner Liste nur geschätzt hat, und zwar meistens zu schwach, so waren diese nicht zu verwenden; und von Wolf ist nur eine geringe Anzahl schwacher Sterne gemessen worden. Einige von den Wolfschen Sterngrößen sind für die Konstruktion der Kurven benutzt, meistenteils aber die Mittel aus den Bestimmungen von Gaultier während der Jahre 1895—1899.

Die Durchmesser der Bilder dieser bekannten Sterne wurden unter einem Mikroskop gemessen. Beim Ausmessen der Platte 1—3 zeigte sich folgendes Verfahren als zweckmäßig: der Mikrometerfaden wird eingestellt auf den Rand des schwarzen Kerns, welcher den Hauptteil jeder Sternscheibe bildet; ausgenommen sind die schwächsten Sterne, die nur als halb geschwärzte Flecke auf der Platte erscheinen, und die daher kaum meßbar sind. Der Halo wird also vollständig vernachlässigt, besonders weil sein Rand nicht die gleiche Schärfe wie der des Kerns darbietet. Auf die Bilder der helleren Sterne kann man auch nicht genau einstellen, weil der Rand des Kerns, wenn der Halo schwärzer wird, mehr und mehr verwaschen wird, so daß schließlich keine scharfe Grenze mehr zum Einstellen vorhanden ist.

Die Wichtigkeit des Einstellens auf die Ränder des schwarzen Kerns kann nicht genug hervorgehoben werden. Es ist Prof. Wolf und mir nämlich oft aufgefallen, daß ein schwacher Stern, welchen man auf einer unserer langexponierten Platten für heller als einen zweiten Stern schätzen würde, auf einer Platte, deren Belichtung die beiden Sterne an die Grenze der Sichtbarkeit bringt, bedeutend schwächer als der zweite scheint, obwohl beide Platten mit demselben Objektiv aufgenommen worden waren. Bei einem Paar heller Sterne schätzt man auf einer kurz belichteten Aufnahme den einen heller, auf einer lang belichteten aber den andern. Betrachtet man sie aber unter dem Mikroskop, so sieht man, daß die Sternscheibe, welche bei der kurzen Belichtung größer, bei der langen kleiner als die andere zu sein scheint, in beiden Fällen bis an den Rand ganz schwarz und fast frei von Halo ist. Der Kern der anderen ist dagegen von einem diffusen Halo umgeben, welcher mit der Expositionszeit viel schneller wächst, als der Kern, so daß der Stern schließlich viel heller scheint, als der erste. Ich habe die Durchmesser verschiedener solcher Paare unter dem Mikroskop gemessen und habe gefunden, daß, sofern man stets den schwarzen Kern mit Vernachlässigung des Halos mißt, immer ein und derselbe Stern mit jeder Belichtungsdauer auch den größeren Durchmesser hat. Bringt man ferner die Platte im Fernrohr außerhalb des Fokus, so sendet der Stern, welcher im Fokus immer das scharfe schwarze Bild gibt, fast sein ganzes Licht in den äußeren Teil der Scheibe, während die Scheibe des zweiten Sternes gleichförmiger geschwärzt ist. Diese Erscheinungen sind wohl dadurch zu erklären, daß der erste Stern hauptsächlich Lichtstrahlen aussendet, deren Foci hinter dem mittleren Focus liegen, so daß sie nur mit fortgesetzter Belichtung als ein diffuser Halo zur Geltung kommen. Es würde sich dann hierin eine Bestätigung der Meinung von Wolf und Newall finden, daß der Zuwachs der photographischen Sternbilder, durch einen Refraktor erzeugt, hauptsächlich von der chromatischen Aberration herrührt.*)

Da alle Sternbilder mehr oder weniger elliptisch sind, so wurden immer zwei auf einander senkrechte Durchmesser gemessen und das Mittel genommen. Nachdem alle Sterne auf diese Weise einmal durchgemessen waren, wurden sie in derselben Reihenfolge ein zweitesmal und dann ein drittesmal gemessen, und etliche, deren Messungen nicht gut miteinander stimmten, auch ein viertesmal, aber stets so, daß zwischen je zwei Messungen desselben Sternes ein Zeitraum von einigen Tagen lag. Durch dieses Verfahren wurde ohne Zweifel ein Einfluß der vorhergehenden auf die folgenden Einstellungen bedeutend vermindert. Alle diese Messungen erhielten gleiches Gewicht.

Auf einer jeden der vermessenen Platten konnten nur Sterne zwischen den Grenzen von etwa fünf Größenklassen mit Genauigkeit gemessen werden, und zwar liegt dieses Intervall für jede Platte wo anders. Ist die Platte nur kurz belichtet, oder sind aus sonstigen Gründen nu die helleren Sterne sichtbar, so liegen in dem meßbaren Intervalle Sterne von helleren Größenklassen, ist die Platte dagegen lang belichtet, dann kann man nur Sterne von den schwächeren Größenklassen mit Vorteil messen. Kennt man also nur die Größen der helleren Sterne in der ausgewählten Gegend, was meistens der Fall ist, und will man sich mit den schwächeren beschäftigen, so muß erst mittels einer kurz exponierten Platte die Strecke der bekannten Größen ausgedehnt, vielleicht auch noch eine zweite Zwischenplatte zu diesem Zwecke angewandt werden, bis man die Größen von Sternen bestimmt hat, welche auf der lang exponierten Platte weit genug in das meßbare Intervall hineinreichen.

Hat man eine Anzahl Sterne gemessen, welche für die betreffende Platte geeignet sind, so trägt man die Durchmesser, in Teilen einer Revolution der Mikrometertrommel ausgedrückt, als Ordinaten ab, und ihre bekannten Größen als Abszissen. Man legt dann durch diese Punkte

*) Wolf, Über das Ausbreiten der Sternscheiben auf photographischen Platten, Photograph. Correspondenz, 1892;
Newall, On the Formation of Photographic Star-Discs. Monthly Notices LIV 8. (1894).

eine Kurve, die allen Punkten so gut als möglich gerecht wird. Kennt man jetzt die Form der Gleichung dieser Kurve, so kann man verschiedene Punkte herausgreifen und damit unter Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate die Gleichung der wahrscheinlichsten Kurve berechnen. Konstruiert man alsdann diese genaue Kurve, so kann man eine unbekannte Sterngröße ermitteln, indem man entweder mit dem Durchmesser des Sternes als Argument die entsprechende Abszisse d. h. die Größenklasse graphisch abliest, oder indem man sich eine kleine Tabelle aus der Kurve berechnet. Kennt man die Form der Gleichung nicht, so ist man immerhin im Stande, von der provisorischen Kurve Sterngrößen innerhalb des bekannten Intervalles auf ein Zehntel genau abzulesen. Um aber die Kurve bis zur x-Axe — d. h. bis zur Größenklasse, wo der schwarze Kern verschwindet, wo also der Durchmesser Null ist — auf dem wahrscheinlichsten Wege zu verlängern, ist die Kenntnis der Gleichung der Kurve unbedingt erforderlich.

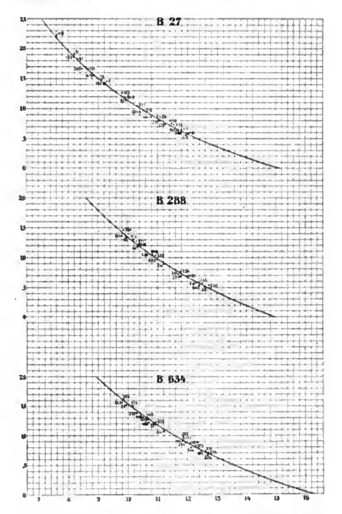
Diskussion der photographischen Helligkeitskurve.

Eine Betrachtung der Kurven, welche für die drei gemessenen Platten die Beziehung zwischen dem Durchmesser und der photographischen Helligkeit eines Sternes darstellen, ergibt die folgenden Eigenschaften:

Sie haben alle dieselbe allgemeine Form und unterscheiden sich nur in der Lage des Schnittpunktes mit der x-Axe und durch den Grad der Krümmung. Unter gleich günstigen Umständen liegt der Schnittpunkt der Kurve für die Platte, welcher die längste Belichtung entspricht, am weitesten vom Anfangspunkt, oder, was dasselbe ist, die längste Kurve gehört im allgemeinen derjenigen Platte an, welche am weitesten reicht. Dies ist aber keine feste Regel. Es sind z. B. auf Platte B 288 schwächere Sterne sichtbar, als auf B 27, bei der ersten ist aber der schwarze Kern des Sternbildes verhältnismäßig klein und verschwindet schon ganz bei Sternen, die wohl um eine ganze Größenklasse heller sind, als die auf der Platte sichtbaren allerschwächsten Sterne.

Ferner zeigt sich, daß bei den hellen Sternen der Durchmesser schneller abnimmt, als die Sterngröße; bei den schwachen ist das Gegenteil zu bemerken. Das ist ein zweiter Grund, weswegen man auf einer und derselben Platte nicht alle Sterne, sowohl die hellsten als die schwächsten, mit Vorteil messen kann. Das Intervall, wo die Bilder die besten Einstellungen gestatten, liegt zwischen beiden Extremen. Je kleiner das Bildchen, desto größere Anforderungen sind an die Genauigkeit der Messungen zu stellen.

In der folgenden Kurventafel sind die Helligkeiten der bekannten Sterne als Abszissen, ihre Durchmesser als Ordinaten abgetragen. Die Sterne sind nach der C. Wolfschen Bezeichnung numeriert. Um das Zusammendrängen der Punkte und Zahlen zu vermeiden, sind einige der zur Festlegung der povisorischen Kurve benutzten Sterne in der Kurventafel weggelassen. Die Kurven sind die endgültig berechneten, welche sich von den provisorischen nur in den lokalen Unregelmäßigkeiten der letzteren unterscheiden.



Die Kurven weichen in Lage und Krümmung nur um konstante Größen von einander ab, die durch die Belichtungsdauer, die Empfindlichkeit der Emulsion, das Entwicklungsverfahren, den Zustand des Himmels und die Art bedingt sind, nach welcher die Mikrometereinstellungen ausgeführt werden. Diese Konstanten müssen also für jede einzelne Platte bestimmt werden.

Zwei Hypothesen scheinen ausgeschlossen. Erstens: daß die Gleichung eine lineare ist. In der oben erwähnten Untersuchung fand Max Wolf, daß die Kurve für keine Platte und unter keinen Umständen eine Gerade ist. Die vorliegenden Messungen bestätigen auch dieses Resultat. Zweitens: daß die Charlier'sche Gleichung

$$m = a - b \log D$$

jedenfalls in dieser Form und für die oben beschriebene Meßmethode nicht benutzt werden kann, weil sie keinen Schnittpunkt der Kurve mit der m-Axe gestattet. Mißt man die Sterne auf die oben beschriebene Art, indem man also an die Ränder des schwarzen Kerns einstellt, so wird man finden, daß der schwarze Kern bei einer endlichkleinen Sterngröße vollständig fehlt. Wo aber kein schwarzer Kern mehr ist, da ist der durch diese Messungsart erhaltene Durchmesser Null, die Kurve muß folglich in diesem Punkt die m-Axe schneiden. Freilich wird die Kurve (s. Fig.) nach unten etwas flacher, aber immerhin nehmen die Ordinaten sehr schnell ab bis zu dem Punkt, wo sie den Durchmesser des »Korns« der Gelatineschicht darstellen, wo also die Messungen aufhören müssen. Diese Ordinaten sind aber schon so klein, daß die Kurve in ihrer Fortsetzung sich wohl unmöglich der m-Axe selbst asymptotisch nähern kann. Im übrigen wird die Kurve nach oben immer steiler, nach unten immer flacher, so daß sie wohl Asymptoten besitzen muß.

Die folgenden Formeln rühren von keiner mathematischen Ableitung her. Sie haben auch keine physikalische Erklärung erhalten. Die provisorische Kurve wurde studiert, um ihren weiteren Lauf festzustellen. Ich habe versuchsmäßig verschiedene der allgemeinsten Kurvengleichungen angesetzt und untersucht, ob sie die provisorische Kurve vollständig darstellten. Ich habe schließlich gefunden, daß dies durch eine Hyperbel am besten geschieht.

Die photographische Helligkeitskurve eine gleichseitige Hyperbel.

Nehmen wir an, daß die Kurve hyperbolisch ist, und daß ihre Asymptoten aufeinander senkrecht stehen parallel zu den Koordinaten-Axen, so haben wir eine gleichseitige Hyperbel. Die Gleichung einer solchen Hyperbel ist

$$\text{I.} \qquad x - x_o = \frac{c}{y - y_o},$$

wo x_o, y_o die Koordinaten des Mittelpunktes und c die Hälfte des Quadrates über der Hauptaxe der Hyperbel sind. Die erste Prüfung wurde gemacht mit

$$x_o = 0,$$

um angenäherte Werte von c und y_o zu bekommen. Die einfachere Gleichung lautet jetzt

$$\text{II.} \qquad x = \frac{c}{y - y_o}.$$

Mit den Koordinaten einer Anzahl Punkte auf der provisorischen Kurve wurden jetzt mehrere Bedingungsgleichungen der Form II angesetzt, ihre Normalgleichungen gebildet und daraus die Konstanten bestimmt. Die resultierende Gleichung stellte eine Kurve dar, welche sich mit dem ursprünglichen Kontinuum fast vollständig deckte. Die erhaltenen Werte von c und y_o wurden aber als approximativ angesehen und nun die allgemeine Gleichung I angesetzt. Mit denselben x und y Koordinaten wie vorher und mit den angenäherten Werten von c und y_o wurden nun x_o, y_o und c in Korrektionsform berechnet. Es resultierte eine Kurve, welche sich zwar eng an die andere anschmiegte, mit fast demselben Schnittpunkte auf der x-Axe, welche aber in der Mitte des bekannten Intervalles den Messungen nicht besser genügte. Dasselbe stellte sich in allen drei weiter unten durchgeführten Fällen heraus. Da man nun im günstigsten Falle nur von einer Strecke der Kurve, die ungefähr zweimal so lang als das bekannte Intervall ist, Gebrauch machen kann, so darf man wohl die einfachere Gleichung II, welche das vorläufige Kontinuum gerade so gut darstellt, mindestens in diesem Bereiche als geltend betrachten. Natürlich ist die damit verbundene Folge, daß der Durchmesser eines Sternes nullter Größe unendlich groß ist, nicht haltbar. Das ist aber für die praktische Anwendung von keinem Belange; denn, sind auf einer Platte die Sterne von der fünfzehnten Größe noch gut meßbar, dann wird man Sterne von der neunten oder hellerer Größe niemals mit großer Genauigkeit messen können. Der weitere Verlauf der Kurve nach oben mag also gelten oder nicht, für die Praxis ist es belanglos. Innerhalb des meßbaren Intervalles genügt vollständig die Gleichung

$$x = \frac{c}{y - y_o},$$

und bei den folgenden Größenbestimmungen ist diese Form zugrunde gelegt.*)

Um anschaulich zu machen, inwiefern diese Formel die provisorischen Kurven der drei untersuchten Platten darstellt, mögen folgende Zahlen angeführt werden. Es seien x_1, y_1 und x_2, y_2 die Koordinaten irgend zweier Punkte einer dieser Kurven. Die Koordinaten jedes Paares dieser Punkte müssen denselben Wert für y_o d. h. für die Ordinate des Mittelpunktes der Hyperbel geben, durch die Formel

$$\frac{x_2 y_2 - x_1 y_1}{x_2 - x_1} = y_o.$$

Wollte man auf diese Weise den mittleren Wert von y_o erhalten, so müßte man natürlich alle Kombinationen von je zwei Punkten nehmen. Er wird sich aber ebenso wie der Wert von c später durch die Auflösung der Normalgleichungen ergeben. Ich will hier nur einige Kombinationen angeben. Die herausgegriffenen Punkte sind die-

*) Erst nachdem ich mit dieser Untersuchung fertig war, ist es mir zur Kenntnis gekommen, daß Kapteyn dieselbe Helligkeitsformel benutzt hat, um die Sterngrößen der Cape-Durchmusterung zu ermitteln. Leider besitzen wir dieses Werk nicht in unserer Bibliothek.

selben, welche die Bedingungsgleichungen geben. Kombiniert man die Extreme, d. h. die kleinste mit der größten Abszisse, die zweitkleinste mit der zweitgrößten usw., so findet sich y_0 für jede einzelne Platte fast konstant. Es ergaben sich folgende Werte für y_0

B 27		B 288		B 634	
Punkt	y_0	Punkt	y_0	Punkt	y_0
1 mit 10	−2.23	1 mit 7	−2.69	1 mit 7	−2.45
2 „ 9	−2.21	2 „ 6	−2.72	2 „ 6	−2.49
3 „ 8	−2.22	3 „ 5	−2.74	3 „ 5	−2.42
4 „ 7	−2.17				
5 „ 6	−2.27				

Kombiniert man je zwei aufeinanderfolgende Punkte, so ist die Übereinstimmung der einzelnen Resultate nicht so gut als vorhin.

B 27		B 288		B 634	
Punkt	y_0	Punkt	y_0	Punkt	y_0
1 mit 2	−2.62	1 mit 2	−2.55	1 mit 2	−2.01
2 „ 3	−2.08	2 „ 3	−2.67	2 „ 3	−2.25
3 „ 4	−2.90	3 „ 4	−2.72	3 „ 4	−2.35
4 „ 5	−2.18	4 „ 5	−2.75	4 „ 5	−2.53
5 „ 6	−2.27	5 „ 6	−2.75	5 „ 6	−3.04
6 „ 7	−1.99	6 „ 7	−2.68	6 „ 7	−2.79
7 „ 8	−2.36				
8 „ 9	−2.08				
9 „ 10	−2.01				

Hier merkt man bei den letzten zwei Platten einen kleinen Gang. Der absolute Wert von y_0 wächst langsam gegen die Mitte des Intervalles, dann fällt er wieder ab. Das war zu erwarten nach der Art, wie die Koordinaten erhalten wurden. Die provisorische Kurve, obwohl ihr alle die durch die Messungen erhaltenen Punkte entsprechen sollten, ist immerhin in Lage und Krümmung etwas willkürlich. Sie wird immer ein klein wenig zu flach oder zu viel gebogen sein, und die Endpunkte, welche gewöhnlich etwas unsicher sind, werden, den anderen Punkten entsprechend, beide entweder zu hoch oder zu nieder liegen. Daher tritt der kleine Zuwachs des Wertes von y_0 gegen die Mitte des Intervalles ein. Dasselbe ersieht man weiter unten aus den übrigbleibenden Fehlern der Bedingungsgleichungen. Allein dieser Gang ist in seiner Wirkung auf die Lage der Kurve ohne Bedeutung. Würde man so verfahren, daß man aus der Messung eines jeden Sternes eine Bedingungsgleichung machte, so würde kein solcher Gang erkennbar sein. Das gibt aber sehr viele Bedingungsgleichungen zu lösen, und sie werden dieselbe Kurve wie vorhin liefern, wenn das Kontinuum genügend genau der durch die Beobachtungen gegebenen Punktreihe angepaßt war.

Diese Genauigkeit ist aber viel leichter zu erreichen, wenn man die als bekannt vorauszusetzenden Sterne in Gruppen zusammenfaßt, von denen jede aus Sternen nahe derselben Größenklasse besteht. Das Mittel der Größen der einzelnen Sterne einer solchen Gruppe und das Mittel ihrer gemessenen Durchmesser geben dann einen Punkt der provisorischen Kurve. In dieser Weise wurde verfahren.

Es ist interessant, zu bemerken, daß die Cauchysche Kurve, welche die Beziehung zwischen den Wellenlängen des Lichtes und dem Brechungsexponenten darstellt, auch eine gleichseitige Hyperbel ist. Ihre Gleichung wird gewöhnlich in der Form gegeben

$$n_\lambda = a_1 + \frac{a_2}{\lambda^2}.$$

Diese Kurve nähert sich der Axe, worauf die Wellenlängen abgetragen sind, gerade so wie die photographische Helligkeitskure der Größenaxe.*)

Im folgenden gebe ich für jede Platte die Statistik über die Konstruktion der Kurve und die erhaltenen Resultate. Die als bekannt vorauszusetzenden Sterne sind mit den Wolfschen Nummern bezeichnet.

Platte B 27.

Die Sternbilder sind scharf begrenzt, und das meßbare Intervall ist sehr lang. Die für die Bildung der provisorischen Kurve gewählten Sterne, ihre angenommenen Helligkeiten und ihre Durchmesser sind

Nr. nach C. Wolf	Größe nach Gaultier	Größe nach M. Wolf	Durchmesser
418		7.6	2ʳ.233
192	8.19		1.863
91		8.2	1.915
51	8.30		1.833
280		8.45	1.666
101		8.65	1.660
415		8.85	1.560
73	9.11		1.486
169	9.20		1.416
47	9.22		1.423
103		9.8	1.266
288	9.88		1.188
32	9.95		1.140
237		10.3	1.038
86	10.36		1.042
204		10.4	0.940
458	10.44		0.980
215	10.51		0.971
441	10.77		0.860
429	11.04		0.866
257	11.04		0.806
270	11.24		0.739

*) Vergleiche besonders auch Hartmann, A. J. 8, p. 218 (1898), der zu einer analogen Formel wie ich für die Spektralanalyse gelangt ist.

Nr. nach C. Wolf	Größe nach Gaultier	Durchmesser
432	11.47	0ʳ.745
335	11.55	0.728
450	11.62	0.632
368	11.68	0.632
442	11.69	0.635
283	11.77	0.590
411	11.81	0.645
319	11.95	0.565
431	12.04	0.588
491	12.04	0.586.

Die ausgemittelten Punkte der provisorischen Kurve waren

x	y	x	y
7.80	2.10	10.40	1.00
8.20	1.87	10.76	0.90
8.80	1.60	11.10	0.80
9.00	1.50	11.50	0.70
9.80	1.20	11.94	0.60.

Die zehn Bedingungsgleichungen waren somit

$$
\begin{aligned}
-\ 7.80\, y_0 - c + 16.380 &= 0 \\
-\ 8.20\, y_0 - c + 15.334 &= 0 \\
-\ 8.80\, y_0 - c + 14.080 &= 0 \\
-\ 9.00\, y_0 - c + 13.500 &= 0 \\
-\ 9.80\, y_0 - c + 11.760 &= 0 \\
-\ 10.40\, y_0 - c + 10.400 &= 0 \\
-\ 10.76\, y_0 - c + 9.684 &= 0 \\
-\ 11.10\, y_0 - c + 8.880 &= 0 \\
-\ 11.50\, y_0 - c + 8.050 &= 0 \\
-\ 11.94\, y_0 - c + 7.164 &= 0.
\end{aligned}
$$

Die Auflösung ergab

$$c = +33.5916 \qquad y_0 = -2.2224$$

mit den übrigbleibenden Fehlern

$$
\begin{array}{cccccc}
+0.12 & -0.04 & +0.05 & -0.09 & -0.05 & -0.08 \\
 & \pm 0.00 & -0.04 & +0.02 & +0.11 &
\end{array}
$$

oder, wenn in Teilen einer Größenklasse ausgedrückt,

$$
\begin{array}{cccccc}
+0.03 & -0.01 & +0.01 & -0.02 & -0.01 & -0.03 \\
 & \pm 0.00 & -0.01 & +0.01 & +0.04. &
\end{array}
$$

Es sind das also die Beträge, um welche sich die Größenablesungen der berechneten Kurve von jenen der provisorischen Kurve unterscheiden.

Die folgende Tafel enthält die Messungen und die daraus erhaltenen Größenklassen. Die angegebenen Durchmesser sind hier im allgemeinen die Mittel aus je vier Bestimmungen. Wo die Unschärfe des Sternes die Einstellungen schwierig machte, ist noch eine fünfte Bestimmung gemacht worden. Einige Sterne, welche im Programm nicht eingeschlossen sind, deren Helligkeiten aber in der Konstruktion der Kurve der folgenden Platte zur Anwendung kommen, wurden auch gemessen. Diese Messungen sind in der Tafel nicht enthalten.

Die Nummern in der ersten Kolumne beziehen sich auf das Hauptverzeichnis Seite 37, während jene in der zweiten Kolumne von C. Wolf herrühren. Die Einheit der Durchmesser ist eine ganze Revolution der Mikrometertrommel.

Nr.	Nr. nach Wolf	Durchmesser	Größe	Nr.	Nr. nach Wolf	Durchmesser	Größe
4	228	.539	12.18	217	305	.463	12.51
11	231	.519	12.28	219	308	.580	11.97
13	232	.529	12.21	221	310	.511	12.30
34	238	.425	12.69	234	311	.582	11.97
39	243	.515	12.29	243	319	.565	12.04
82	252	.560	12.07	250	321	.550	12.12
84	259	.482	12.42	252	324	.438	12.62
85	250	.420	12.72	253	320	.477	12.45
87	255	.550	12.12	258	325	.662	11.63
89	251	.454	12.55	260	322	.572	12.01
91	262	.481	12.42	264	323	.505	12.33
92	261	.578	12.00	278	330	.534	12.19
97	266	.464	12.51	279	329	.534	12.19
105	267	.587	11.96	284	331	.467	12.50
120	272	.560	12.07	294	337	.644	11.72
127	276	.435	12.63	295	334	.631	11.78
129	277	.633	11.77	301	339	.540	12.16
140	281	.506	12.33	307	341	.651	11.69
155	283	.590	11.93	311	336	.463	12.51
158	282	.564	12.04	328	342	.491	12.39
172	289	.630	11.78	333	345	.512	12.30
174	290	.613	11.84	335	346	.578	12.00
185	294	.583	11.97	337	344	.531	12.20
195	298	.514	12.29	346	351	.443	12.60
206	302	.537	12.18	355	360	.484	12.42
210	304	.516	12.29				

Platte B 288.

Diese Platte reicht weiter als die vorhergehende, ihr meßbares Intervall ist aber nicht so lang. Der Kern, welcher bei den schwachen Bildern fehlt, wächst sehr schnell mit der Helligkeit der Sterne und wird sehr bald verwaschen. Die Kurve ist folglich steil.

Außer den Helligkeiten von Gaultier und M. Wolf standen jetzt auch die Resultate von Platte B 27 zur Verfügung. Die folgenden Helligkeiten und Durchmesser bestimmten die Lage der provisorischen Kurve.

Nr. nach C. Wolf	Größe nach Gaultier	Größe nach M. Wolf	Größe nach B 27	Durchmesser
103		9.8		1.371
264		9.85		1.469
32	9.95			1.346
312	10.16			1.307
237		10.3		1.276
407			10.33	1.201
326	10.38			1.225
483	10.47			1.178
328	10.73			1.061
240	10.82			1.060
400	10.84			1.044

Nr. nach C. Wolf	Größe nach Gaultier	Größe nach B 27	Durchmesser
233	10.95		1.032
333	10.99		0.975
241	11.21		0.895
341		11.69	0.710
277		11.77	0.686
334		11.78	0.767
491	12.04		0.695
345		12.30	0.586
342		12.39	0.533
266		12.51	0.566
351		12.60	0.509
276		12.63	0.486
250		12.72	0.540.

Aus der provisorischen Kurve wurden die folgenden Punkte ausgemittelt

x	y
10.00	1.34
10.40	1.19
11.00	0.98
11.40	0.85
12.00	0.67
12.40	0.56
13.00	0.41.

Aus den Bedingungsgleichungen

$$
\begin{aligned}
-10.00\,y_0 - c + 13.40 &= 0\\
-10.40\,y_0 - c + 12.38 &= 0\\
-11.00\,y_0 - c + 10.78 &= 0\\
-11.40\,y_0 - c + 9.69 &= 0\\
-12.00\,y_0 - c + 8.04 &= 0\\
-12.40\,y_0 - c + 6.94 &= 0\\
-13.00\,y_0 - c + 5.33 &= 0
\end{aligned}
$$

ergaben sich die Kurvenkonstanten

$$c = +40.4709 \qquad y_0 = -2.7024$$

mit den übrigbleibenden Fehlern

$-0.05 \quad +0.01 \quad +0.04 \quad +0.03 \quad \pm 0.00 \quad -0.02 \quad -0.01,$

welchen die Fehler in der Ablesung der Helligkeiten für diese Ordinaten

$-0.01 \quad \pm 0.00 \quad +0.01 \quad +0.01 \quad \pm 0.00 \quad -0.01 \quad \pm 0.00$

entsprechen.

Die Resultate der Messungen sind in der folgenden Tafel zusammengestellt. Es ist ihr dieselbe Anordnung gegeben wie der Tafel der Resultate von Platte B 27. Jede unter Durchmesser gegebene Zahl ist das Mittel aus drei vollständigen Bestimmungen.

Nr.	Nr. nach Wolf	Durchmesser	Größe	Nr.	Nr. nach Wolf	Durchmesser	Größe
4	228	.581	12.35	34	238	.439	12.89
11	231	.534	12.52	39	243	.552	12.44
13	232	.593	12.29	82	252	.587	12.32
18	234	.661	12.05	84	259	.599	12.26
85	250	.540	12.50	243	319	.674	11.99
87	255	.671	12.00	250	321	.573	12.38
89	251	.571	12.38	252	324	.486	12.72
91	262	.475	12.75	253	320	.524	12.56
92	261	.649	12.10	258	325	.660	12.06
97	266	.566	12.40	260	322	.702	11.89
105	267	.696	11.91	264	323	.442	12.87
120	272	.704	11.88	278	330	.682	11.98
127	276	.486	12.72	279	329	.676	11.99
129	277	.686	11.97	284	331	.626	12.18
140	281	.686	11.97	294	337	.710	11.85
155	283	.741	11.78	295	334	.767	11.69
158	282	.698	11.91	301	339	.603	12.25
172	289	.728	11.80	303	343	.498	12.65
174	290	.620	12.18	307	341	.710	11.85
185	294	.703	11.88	311	336	.515	12.58
195	298	.593	12.29	328	342	.533	12.52
206	302	.630	12.16	333	345	.586	12.32
210	304	.611	12.20	335	346	.681	11.98
217	305	.491	12.68	337	344	.661	12.05
219	308	.668	12.02	346	351	.509	12.61
221	310	.548	12.47	354	363	.424	12.91
234	311	.588	12.32	355	360	.443	12.87

Platte B 634.

Diese Platte reicht bis zur sechzehnten Größenklasse. Die helleren Sterne, welche auf der ersten Platte meßbar waren, liegen hier oberhalb des meßbaren Intervalles. Die schwachen Sterne haben dagegen schöne, scharfe Kerne, welche fast bis zur Grenze der Sichtbarkeit der Sternflecken vorhanden sind.

Für den oberen Teil der Kurve mußten die Helligkeiten von Gaultier und M. Wolf immer noch dienen, für den unteren Teil kamen dazu die Bestimmungen von der ersten Platte und, wo möglich, die Mittel der Resultate der ersten und der zweiten Platte. Helligkeiten und Durchmesser, welche die Sterne auf der dritten Platte besitzen, sind:

Nr. nach C. Wolf	Größe nach Gaultier	Größe nach M. Wolf	Größe nach B 27	Größe nach B 27 u. B 288	Durchmesser
103		9.8			1.562
264		9.85			1.614
32	9.95				1.520
312	10.16				1.510
237		10.3			1.381
448			10.51		1.308
409			10.64		1.295
433			10.68		1.268
408			10.70		1.217
327				10.88	1.205
233	10.95				1.225
241	11.21				1.065
379			11.69		0.987

Nr. nach C. Wolf	Größe nach B 27	Größe nach B 27 u. B 288	Durchmesser
491	11.84		0.910
283		11.86	0.976
472	11.86		0.870
277		11.87	0.945
486	11.91		0.900
294		11.93	0.869
322	11.95		0.889
454	12.07		0.866
344		12.12	0.796
372	12.27		0.819
342		12.46	0.730
351		12.60	0.725
276		12.67	0.702
324		12.67	0.667.

Aus den Kurvenkoordinaten

x	y
10.60	1.29
11.00	1.17
11.40	1.05
12.00	0.88
12.40	0.77
12.70	0.68
13.00	0.60

wurden die Bedingungsgleichungen

$$-10.60\ y_0 - c + 13.674 = 0$$
$$-11.00\ y_0 - c + 12.870 = 0$$
$$-11.40\ y_0 - c + 11.970 = 0$$
$$-12.00\ y_0 - c + 10.560 = 0$$
$$-12.40\ y_0 - c + 9.548 = 0$$
$$-12.70\ y_0 - c + 8.636 = 0$$
$$-13.00\ y_0 - c + 7.800 = 0$$

gebildet, deren Lösungen

$$c = +39.7799 \qquad y_0 = -2.4477$$

waren, mit den übrigbleibenden Fehlern

$-0.16 \quad +0.01 \quad +0.09 \quad +0.15 \quad +0.12 \quad -0.05 \quad -0.16$

oder, wie vorher, als Helligkeitsablesungsfehler aufgefaßt,

$-0.04 \quad \pm 0.00 \quad +0.03 \quad +0.04 \quad +0.04 \quad -0.02 \quad -0.05.$

Die folgende Tafel enthält die Resultate der Messungen auf dieser Platte, angeordnet wie in den früheren zwei Tafeln. Es befinden sich darin alle meßbaren Sterne zwischen der 12. und $15^{1}/_{2}$. Größenklasse, welche innerhalb der Grenzen der vermessenen Gegend vorhanden sind. Jede der Zahlen in der dritten Kolumne ist das Mittel aus drei vollständigen Durchmesserbestimmungen.

Nr.	Nr. nach Wolf	Durchmesser	Größe	Nr.	Nr. nach Wolf	Durchmesser	Größe
1		.521	13.40	5		.348	14.23
2		.245	14.78	6		.286	14.57
3		.357	14.19	7		.386	14.06
4	228	.795	12.27	8		.188	15.09

Nr.	Nr. nach Wolf	Durchmesser	Größe	Nr.	Nr. nach Wolf	Durchmesser	Größe
9		.158	15.27	66		.290	14.54
10		.444	13.77	67		.493	13.54
11	231	.702	12.63	68		.249	14.76
12		.577	13.17	69		.449	13.76
13	232	.805	12.23	70		.372	14.12
14		.226	14.86	71		.596	13.07
15		.413	13.91	72		.241	14.79
16		.320	14.38	73		.164	15.23
17		.507	13.46	74		.426	13.84
18	234	.852	12.06	75		.553	13.25
19		.254	14.73	76		.521	13.40
20		.269	14.66	77		.522	13.40
21		.229	14.85	78		.225	14.88
22		.330	14.33	79		.440	13.78
23		.224	14.89	80		.582	13.13
24		.412	13.91	81		.658	12.81
25		.213	14.96	82	252	.796	12.27
26		.300	14.48	83		.671	12.70
27		.216	14.95	84	259	.750	12.44
28		.315	14.40	85	250	.644	12.86
29		.395	13.99	86		.521	13.40
30		.224	14.89	87	255	.868	12.00
31		.229	14.85	88		.260	14.71
32		.312	14.42	89	251	.714	12.59
33		.391	14.00	90		.274	14.62
34	238	.715	12.59	91	262	.703	12.63
35		.535	13.34	92	261	.849	12.07
36		.162	15.24	93		.214	14.96
37		.200	15.02	94		.177	15.18
38		.206	14.98	95		.360	14.18
39	243	.679	12.73	96		.747	12.45
40		.528	13.38	97	266	.760	12.39
41		.393	14.00	98		.285	14.57
42		.297	14.49	99		.481	13.60
43		.213	14.96	100		.446	13.76
44		.489	13.56	101		.219	14.92
45		.300	14.48	102		.630	12.93
46		.557	13.24	103		.164	15.23
47		.285	14.57	104		.390	13.99
48		.246	14.78	105	267	.858	12.04
49		.489	13.56	106		.350	14.21
50		.352	14.20	107		.476	13.63
51		.397	13.99	108		.187	15.09
52		.423	13.85	109		.517	13.43
53		.397	13.99	110		.143	15.35
54		.518	13.42	111		.473	13.64
55		.411	13.92	112		.210	14.97
56		.184	15.13	113		.529	13.38
57		.455	13.73	114		.234	14.82
58		.194	15.05	115		.379	14.08
59		.300	14.48	116		.297	14.49
60		.522	13.40	117		.426	13.84
61		.491	13.55	118		.539	13.32
62		.374	14.11	119		.301	14.47
63		.228	14.85	120	272	.881	11.95
64		.638	12.89	121		.478	13.62
65		.396	13.99	122		.503	13.48

Nr.	Nr. nach Wolf	Durch-messer	Größe	Nr.	Nr. nach Wolf	Durch-messer	Größe
123		.398	13.98	180		.369	14.15
124		.214	14.96	181		.317	14.39
125		.172	15.19	182		.311	14.42
126		.300	14.48	183		.291	14.53
127	276	.702	12.63	184		.228	14.85
128		.303	14.46	185	294	.860	11.99
129	277	.945	11.72	186		.300	14.48
130		.254	14.73	187		.320	14.33
131		.161	15.25	188		.556	13.24
132		.334	14.31	189		.376	14.10
133		.179	15.17	190		.544	13.30
134		.158	15.27	191		.221	14.90
135		.696	12.66	192		.259	14.72
136		.382	14.06	193		.338	14.29
137		.254	14.73	194		.600	13.05
138		.549	13.28	195	298	.776	12.33
139		.243	14.79	196		.264	14.68
140	281	.900	11.88	197		.220	14.91
141		.312	14.42	198		.351	14.20
142		.375	14.10	199		.468	13.68
143		.428	13.84	200		.224	14.89
144		.337	14.30	201		.192	15.06
145		.373	14.12	202		.179	15.17
146		.177	15.18	203		.290	14.54
147		.400	13.97	204		.322	14.38
148		.236	14.82	205		.240	14.80
149		.577	13.17	206	302	.774	12.34
150		.217	14.94	207		.339	14.28
151		.434	13.80	208		.378	14.09
152		.287	14.57	209		.569	13.19
153		.338	14.29	210	304	.764	12.38
154		.306	14.45	211		.314	14.40
155	283	.976	11.63	212		.306	14.45
156		.419	13.86	213		.582	13.13
157		.216	14.95	214		.490	13.55
158	282	.879	11.96	215		.450	13.75
159		.188	15.09	216		.374	14.11
160		.598	13.06	217	305	.776	12.33
161		.628	12.94	218		.276	14.61
162		.410	13.93	219	308	.885	11.94
163		.270	14.65	220		.219	14.92
164		.302	14.47	221	310	.737	12.49
165		.413	13.91	222		.185	15.10
166		.317	14.39	223		.230	14.84
167		.627	12.94	224		.345	14.25
168		.262	14.70	225		.264	14.68
169		.617	12.99	226		.467	13.68
170		.206	14.98	227		.359	14.19
171		.176	15.18	228		.432	13.81
172	289	.992	11.56	229		.220	14.91
173		.185	15.10	230		.535	13.34
174	290	.867	12.00	231		.450	13.75
175		.185	15.10	232		.340	14.28
176		.403	13.96	233		.165	15.23
177		.251	14.74	234	311	.886	11.94
178		.344	14.26	235		.277	14.61
179		.206	14.98	236		.550	13.27

Nr.	Nr. nach Wolf	Durch-messer	Größe	Nr.	Nr. nach Wolf	Durch-messer	Größe
237		.250	14.75	294	337	.972	11.64
238		.393	14.00	295	334	.969	11.64
239		.557	13.24	296		.658	12.81
240		.519	13.41	297		.203	15.01
241		.324	14.36	298		.264	14.68
242		.282	14.58	299		.254	14.73
243	319	.929	11.78	300		.210	14.97
244		.199	15.03	301	339	.716	12.58
245		.533	13.35	302		.588	13.11
246		.345	14.25	303	343	.654	12.82
247		.405	13.95	304		.495	13.53
248		.189	15.08	305		.240	14.80
249		.386	14.06	306		.255	14.73
250	321	.840	12.11	307	341	.935	11.77
251		.596	13.07	308		.326	14.30
252	324	.667	12.79	309		.393	14.00
253	320	.689	12.68	310		.406	13.95
254		.256	14.72	311	336	.657	12.81
255		.373	14.12	312		.157	15.28
256		.216	14.95	313		.340	14.28
257		.311	14.42	314		.290	14.54
258	325	.900	11.88	315		.165	15.23
259		.410	13.93	316		.457	13.72
260	322	.889	11.93	317		.573	13.18
261		.669	12.78	318		.170	15.20
262		.598	13.06	319		.624	12.95
263		.432	13.81	320		.325	14.36
264	323	.692	12.67	321		.248	14.77
265		.260	14.71	322		.200	15.02
266		.430	13.82	323		.279	14.60
267		.223	14.89	324		.345	14.25
268		.256	14.72	325		.376	14.10
269		.397	13.99	326		.317	14.39
270		.569	13.19	327		.397	13.99
271		.487	13.58	328	342	.730	12.51
272		.260	14.71	329		.191	15.06
273		.174	15.19	330		.553	13.26
274		.449	13.76	331		.486	13.58
275		.398	13.98	332		.252	14.74
276		.388	14.04	333	345	.817	12.19
277		.267	14.67	334		.254	14.73
278	330	.819	12.18	335	346	.734	12.50
279	329	.894	11.90	336		.248	14.77
280		.229	14.85	337	344	.796	12.27
281		.524	13.39	338		.466	13.69
282		.408	13.94	339		.608	13.02
283		.396	13.99	340		.302	14.47
284	331	.777	12.33	341		.262	14.70
285		.615	12.99	342		.436	13.80
286		.209	14.98	343		.574	13.18
287		.176	15.18	344		.442	13.77
288		.505	13.47	345		.379	14.08
289		.225	14.88	346	351	.725	12.54
290		.540	13.32	347		.349	14.22
291		.597	13.07	348		.270	14.65
292		.459	13.71	349		.296	14.49
293		.358	14.19	350		.509	13.46

Nr.	Nr. nach Wolf	Durchmesser	Größe	Nr.	Nr. nach Wolf	Durchmesser	Größe
351		.296	14.49	356		.131	15.40
352		.521	13.40	357		.270	14.65
353		.385	14.06	358		.462	13.70
354	363	.699	12.65	359		.308	14.44
355	360	.681	12.72				

Wie genau die erhaltenen Resultate wirklich sind, läßt sich schwer entscheiden. Aus der Übereinstimmung der einzelnen Messungen erhalte ich für den wahrscheinlichen Fehler eines Durchmessers, welcher das Mittel aus drei vollständigen Bestimmungen ist,

$$\pm 0\overset{r}{.}004,$$

welchem bei den schwächsten Sternen der wahrscheinliche Fehler

$$\pm 0.05$$

in der Größenablesung entspricht.

Aus den übrigbleibenden Fehlern der Bedingungsgleichungen hat man ersehen, daß der Unterschied zwischen der Ablesung von der provisorischen Kurve und der berechneten Kurve

$$\pm 0.05$$

Größenklassen nicht übersteigt.

Die 51 Wolfschen Sterne, welche auf allen drei Platten gemessen worden sind, geben einen wahrscheinlichen Fehler einer Bestimmung von

$$\pm 0.077$$

Größenklassen.

Da programmgemäß nur Sterne der zwölften Größe und schwächer zum Messen kamen, so sind es wenige Sterne der Liste, welche einen Vergleich mit auswärtigen Bestimmungen gestatten. Die folgende Tafel enthält alle die Sterne meiner Liste, deren Helligkeiten von anderen bestimmt sind. Sie ist folgendermaßen angeordnet: in der ersten Kolumne sind die Sterne nach dem Hauptverzeichnis Seite 37 numeriert, in der zweiten nach dem Katalog von C. Wolf. Kolumnen 3—7 enthalten der Reihe nach die Größenbestimmungen von C. Wolf aus visuellen Beobachtungen in den Jahren 1874 und 1875, von E. C. Pickering aus den photometrischen Beobachtungen des Jahres 1889, von C. V. L. Charlier aus photographischen Messungen aus den Jahren 1888 und 1889 mit Benutzung der Formel $m = a - b \log D$ (die Größen, welche er nur schätzen konnte, sind klein gedruckt) und von E. Gaultier mittelst derselben Formel von photographischen Platten, aufgenommen in den Jahren 1895—1899 und 1895—1900. Die letzte Kolumne enthält endlich die Mittel meiner drei Bestimmungen der Helligkeiten derselben Sterne.

Nr.	Nr. nach Wolf	Sterngröße					
		Wolf	Pick.	Charlier	Gaultier '95—99	Gaultier '95—1900	m
4	228	12	12.8	12.5			12.27
11	231	14	13.0	13.5			12.48
13	232	12		13.5			12.24
18	234	12		12.0			12.06
34	238	12		14			12.72
39	243	14	13.6	13			12.48
82	252	13		13			12.22
84	259	12		13			12.37
85	250	14	13.6	13.5			12.69
87	255	12.5		12.5			12.04
89	251	14	13.3	13			12.51
91	262	12		13			12.60
92	261	12.5					12.06
97	266	12.5					12.43
105	267	12	12.4	12.75			11.97
120	272	12	12.3	12.4			11.97
127	276	12		13			12.66
129	277	12	12.0	11.9	12.03	12.06	11.82
140	281	12	12.6	13			12.06
155	283	11.5		12.25	11.77	11.82	11.78
158	282	12	12.3	12.75			11.97
172	289	12	11.9	11.8	11.90	11.92	11.71
174	290	12		12.35	12.03	12.14	12.01
185	294	12.5		12.5	12.15	12.19	11.95
195	298	12.5		12.6			12.30
200	302	14	12.6	13			12.23
210	304	12	12.8	13			12.29
217	305	12		14			12.51
219	308	11	12.4	12.35			11.98
221	310	14	13.2	13			12.42
234	311	14	12.1	11.75			12.08
243	319	11		11.9	11.95	12.04	11.94
250	321	13		12.5			22.20
252	324	14		13.5			12.71
253	320	13	13.35	13.5			12.56
258	325	12	12.2	11.5	12.05	12.11	11.86
260	322	13	12.5	11.95			11.94
264	323	11		14			12.62
278	330	12	12.6	12.5			12.12
279	329	12		13			12.03
284	331	12	12.65	13			12.37
294	337	12		12.1	11.95	11.96	11.74
295	334	11.5		11.5	11.90	11.91	11.70
301	339	12		13			12.33
303	343	14	13.7	14			12.74
307	341	11.5	12.1	12.0	11.84	11.89	11.77
311	336	14	13.8				12.63
328	342	14	13.4	13			12.47
333	345	12		12.5			12.27
335	346	14	13.05	13			12.16
337	344	12	12.6	13			12.17
346	351	13		13.5			12.58
354	363	14		14			12.78
355	360	14		14			12.67

II. Bestimmung der mittleren Örter.

Der Meßapparat.

Die Platten, welche zur Bestimmung der mittleren Örter der im ersten Teil photometrisch behandelten Sterne dienten, habe ich an unserem Repsoldschen Meßapparat vermessen. Dieser Apparat ist im wesentlichen wie der Leydener Apparat gebaut. Der durchbrochene, drehbare Positionskreis von 39 cm Durchmesser, über dem die 24 × 30 Platte befestigt wird, ist in der y-Richtung verschiebbar. Auf einer Brücke darüber schiebt sich in der x-Richtung das Mikroskop, mit dem auch durch Kippen die auf einer zweiten Brücke befestigte Millimeterteilung abgelesen wird. —

Die Teilungsfehler der Millimeterskala sind klein, mit Ausnahme des Intervalls 89—90. Die Verstellung des Mikroskops machte eine neue Bestimmung des Faktors für die Umwandlung der Mikrometerrevolution in Millimetermaß nötig, und es wurden gleichzeitig die Teilungsfehler der Skala über die in Gebrauch kommende Strecke — von dem 98. bis zum 140. Teilstrich — frisch bestimmt. Jedes Intervall der Skala wurde zehnmal mit dem Mikrometer gemessen. Diese Messungen erstreckten sich über fünf Tage, um jede Voreingenommenheit bei den einzelnen Einstellungen möglichst zu vermeiden. Sie geschahen folgendermaßen: das Mikroskop wurde auf seinem Schlitten parallel zu der Skala fortbewegt, bis der erste zu messende Strich in die Nähe des dritten Rechenzahnes kam, und die Mikrometertrommel dann gedreht, bis der Strich genau in der Mitte des Doppelfadens lag. Ohne das Mikroskop zu verschieben, wurde an dem nächsten Strich eingestellt, dann wieder an dem ersten und wieder an dem zweiten, was eine Drehung der Trommel um ungefähr drei Revolutionen erforderte. Die Differenz der Ablesungen gab die erste Bestimmung der Länge des ersten Intervalles. Brachte man nun den zweiten Strich an die Stelle des ersten, so konnte man mit denselben drei Revolutionen des Mikrometers das zweite Intervall messen usw. An demselben Tage wurde dann die ganze Strecke auch von der andern Richtung durchgemessen. Selbstverständlich wurden auch alle Messungen in verschiedenen Richtungen ausgeführt.

In der folgenden Tabelle sind diese Messungen, ausgedrückt in Mikrometer-Revolutionen, zusammengefaßt. Jede der Kolumnen, mit 1—5 bezeichnet, enthält für jedes Intervall das Mittel der zwei Distanzmessungen eines Tages, also aus acht Einstellungen an jedem Strich. In der vorletzten Kolumne sind die fünf Tagesreihen zu einem Mittel vereinigt, das die Länge des betreffenden Intervalles angibt. In der letzten Kolumne ist der Unterschied zwischen jeder einzelnen Intervallänge und der mittleren Länge aller Intervalle angegeben.

Intervall	1	2	3	4	5	Mittel	Rest
98— 99	$3^{r}035$	$3^{r}042$	$3^{r}039$	$3^{r}042$	$3^{r}040$	3.0396	+0.0021
99—100	41	36	39	38	43	394	+0.0023
100—101	40	37	40	39	37	386	+0.0031
101—102	40	38	48	44	45	430	−0.0012
102—103	45	43	39	42	41	420	−0.0002
103—104	39	43	44	40	37	406	+0.0011
104—105	45	50	45	47	46	466	−0.0048
105—106	43	46	35	42	43	418	±0.0000
106—107	37	38	41	42	42	400	+0.0017
107—108	41	43	41	39	41	410	+0.0007
108—109	37	43	35	36	41	384	+0.0033
109—110	41	40	41	45	46	426	−0.0008
110—111	37	39	41	43	42	404	+0.0013
111—112	41	41	34	37	40	386	+0.0031
112—113	37	41	43	43	45	418	±0.0000
113—114	47	47	45	47	48	468	−0.0050
114—115	41	41	43	39	39	412	+0.0005
115—116	41	42	43	46	41	426	−0.0008
116—117	42	41	49	42	43	434	−0.0016
117—118	37	39	44	42	44	412	+0.0005
118—119	42	38	42	38	42	404	+0.0013
119—120	43	35	33	43	40	388	+0.0029
120—121	36	36	36	41	41	380	+0.0037
121—122	37	34	33	41	41	372	+0.0045
122—123	49	46	45	48	44	464	−0.0046
123—124	43	46	43	40	45	434	−0.0016
124—125	44	44	39	39	47	426	−0.0008
125—126	34	33	41	41	45	388	+0.0029
126—127	37	42	41	43	50	426	−0.0008
127—128	43	44	42	44	43	432	−0.0014
128—129	41	42	38	43	42	412	+0.0005
129—130	40	42	44	38	40	408	+0.0009
130—131	47	43	46	42	40	436	−0.0018
131—132	44	39	39	39	42	406	+0.0011
132—133	46	49	41	43	45	448	−0.0030
133—134	43	44	32	39	46	408	+0.0009
134—135	45	38	37	37	44	402	+0.0015
135—136	44	42	41	47	48	444	−0.0026
136—137	49	47	43	45	47	462	−0.0044
137—138	41	42	38	41	42	408	+0.0009
138—139	46	41	41	38	48	428	−0.0010
139—140	48	46	44	46	47	462	−0.0044

Das Gesamtmittel aller Intervallmessungen gibt die mittlere Länge eines Skalenmillimeters in Schraubenrevolutionen

$$1^{mm} = 3^{r}04175$$

mit dem mittleren Fehler

$$\pm 0^{r}000186.$$

Folglich ist durchschnittlich

$$1 \text{ Revolution} = 0^{mm}32877$$

mit dem mittleren Fehler

$$\pm 0^{mm}00006.$$

Bedeutet M_1 die mittlere Länge eines Intervalles in

Schraubenrevolutionen, wie in der obigen Tabelle angegeben, so ist

$$(3.04175 - M_1)\ 0.32877 = \Delta_m$$

der Betrag, um welchen das Skalenintervall kürzer ist als das mittlere Intervall.

Um diese Korrektionen an die gemessenen Sternkoordinaten anbringen zu können, habe ich die folgende Tabelle gebildet, die, mit der mittleren Länge eines Millimeterintervalles $1^{mm} = 3^r.04175$ als Millimetereinheit, die korrigierten Distanzen zwischen dem 98. und jedem anderen Teilstrich gibt.

Von 98 bis		Von 98 bis		Von 98 bis		Von 98 bis	
	mm		mm		mm		mm
99	0.9993	110	11.9976	121	22.9955	131	32.9964
100	1.9985	111	12.9972	122	23.9940	132	33.9961
101	2.9975	112	13.9962	123	24.9955	133	34.9971
102	3.9979	113	14.9962	124	25.9961	134	35.9968
103	4.9980	114	15.9979	125	26.9964	135	36.9963
104	5.9976	115	16.9977	126	27.9954	136	37.9971
105	6.9992	116	17.9979	127	28.9957	136	38.9986
106	7.9992	117	18.9984	128	29.9962	138	39.9983
107	8.9986	118	19.9982	129	30.9961	139	40.9986
108	9.9984	119	20.9978	130	31.9958	140	42.0000
109	10.9973	120	21.9968				

Aus der Übereinstimmung der einzelnen Messungen ergibt sich als mittlerer Fehler der anzubringenden Korrektion der Länge eines Intervalles

$$\pm 0^{mm}.000397.$$

Die Art des Ausmessens der Platten.

Die Messungen wurden mit rechtwinkeligen Koordinaten in der bekannten Weise ausgeführt, wonach man die Platte sukzessiv in die vier Positionswinkel

$$0^\circ \quad 90^\circ \quad 180^\circ \quad 270^\circ$$

bringt. Bei jeder Messungsreihe wird der Mikrometerfaden auf die Mitte jedes Sternes eingestellt, die Mikrometerschraube abgelesen, und dann, ohne zu verstellen, das Mikroskop gekippt, bis die Millimeterskala in das Gesichtsfeld kommt. Die Mikrometerschraube wird jetzt gedreht, bis der dem einzelnen Faden nächstvorhergehende Skalenstrich zwischen dem Doppelfaden liegt, die Anzahl der Millimeter notiert und die Position des einzelnen Fadens wieder am Mikrometer abgelesen. Die Differenz der zwei Mikrometerablesungen ist dann die Distanz zwischen Stern und Strich in Mikrometerrevolutionen ausgedrückt. Multipliziert man nun diese Zahl mit 0.32877, so hat man diese Distanz in Millimeter umgewandelt. Hat man mit zwei Sternen so verfahren, so kann man mit Benutzung der nebenstehenden Distanztabelle die Distanz in Millimetern zwischen den betreffenden Sternen ermitteln. Ein möglichst zentral gelegener Stern wird, für den Fall, wo viele Sterne zu messen sind, als Hauptstern gewählt, und die Distanzen aller anderen Sterne von ihm aus berechnet. Wenn man nun die Ablesung eines Sternes in der Lage 90° von der Ablesung des Hauptsternes in derselben Lage abzieht und dieses Resultat, um den persönlichen Einstellungsfehler zu eliminieren, mit dem auf dieselbe Weise in der Lage 270° erhaltenen kombiniert, so hat man die gemessene Rektaszensionsdifferenz des betreffenden Sternes gegen den Hauptstern. Diese mittlere Differenz wollen wir im folgenden mit x bezeichnen. In derselben Weise liefern die Ablesungen in den Lagen 0° und 180° die Deklinationsdifferenz y.

Die Anschlußsterne.

Als Anschlußsterne wurden die folgenden Sterne aus Vol I, Part I der Transactions of the Astronomical Observatory of Yale University 1887 entnommen:

Nummer		Rektaszension				Deklination			
Wolf	Yale	1885.0	Jährl. Präz.	Var. saec.	Jährl. Eigenbewegung	1885.0	Jährl. Präz.	Var. saec.	Jährl. Eigenbewegung
198	34	55° 5′ 14″.05	+53″.2106	+0″.2613	−0″.0318	+23° 25′ 24″.90	+11″.4771	−0″.4296	+0″.0478
245	47	13 23.91	.1417	.2585	−0.0400	11 13.61	.4378	.4298	+0.0258
275	50	19 12.18	.3552	.2637	—	47 12.77	.4102	.4318	—
280	49	20 40.71	.4183	.2652	+0.0016	57 48.65	.4031	.4326	+0.0060
358	57	35 35.01	.2923	.2601	−0.0058	32 3.14	.3314	.4328	−0.0096
376	60	55 38 46.68	+53.4213	+0.2633	−0.0091	+23 53 44.19	+11.3161	−0.4342	+0.0047

Die Reduktion auf die gewählte Epoche 1900.0 gibt folgende mittleren Örter:

	α (1900.0)	δ (1900.0)
198	55° 18′ 32″.03	+23° 28′ 17″.29
245	26 40.73	+23 14 5.08
275	32 32.81	+23 50 3.44
280	34 2.31	+24 0 39.30
358	48 54.60	+23 34 52.48
376	55 52 8.16	+23 56 33.51.

Auf der Platte B 634, welche vermessen werden mußte, waren aber die Bilder dieser Sterne schon so groß und unscharf, daß die Messungen sehr unsicher geworden wären. Deshalb war es vor allem nötig, mittelst einer kurzexponierten Platte die Positionen einer Anzahl schwächerer Sterne zu bestimmen, die wieder als Anhaltsterne für die Platte B 634 dienen sollten. Zu diesem Zweck war die Platte B 828 aufgenommen worden. Als sekundäre Vergleichsterne wurden die nach C. Wolf numerierten Sterne

247, 258, 286, 333, 348 und 354

gewählt.

Zwei Reduktionsmethoden.

Nun handelte es sich darum, eine Methode zu wählen, welche sich in bezug auf Kürze der Arbeit und Genauigkeit der gelieferten Resultate für die Reduktion der Messungen und Ermittlung der Sternörter gleich eignete. Ich wollte mich dabei überzeugen, ob die Turnersche Methode, wie man so oft hört, wirklich nur approximative Positionen liefert. Um über diese Frage ins Klare zu kommen, ermittelte ich meine Positionen auf zwei Wegen. Die erste Methode sollte eine der sogenannten genaueren sein, wo man die gemessenen Koordinaten eines jeden Sternes wegen Neigung korrigiert, die einzeln berechneten Korrektionen für Krümmung und Reduktion von der Tangente auf den Bogen anbringt, diese korrigierten Koordinaten mittelst des Skalenwerts in Bogenmaß umwandelt, wegen Refraktion verbessert, und die so erhaltenen scheinbaren Örter endlich auf mittlere reduziert. Die zweite sollte die Turnersche sein.

I. Methode. Reduziert man die mittleren Örter der Vergleichsterne auf die scheinbaren Örter für die Zeit der Aufnahme und bildet für einen derselben

$$1)\qquad \frac{\Delta\alpha \cos\delta_o}{\Delta\delta} = \operatorname{tg} p$$

wo $\Delta\alpha$ und $\Delta\delta$ die scheinbare Rektaszensions- und Deklinationsdifferenz des betreffenden Sternes gegen den Hauptstern in Bogensekunden, δ_o die scheinbare Deklination des Hauptsternes sind, so ist p der Positionswinkel des Sternes in bezug auf den Hauptstern gegen das scheinbare Koordinatensystem zur Zeit der Aufnahme. Dagegen erhält man aus den gemessenen x und y durch die Formel

$$2)\qquad \frac{x}{y} = \operatorname{tg}(p-i)$$

den angenäherten Positionswinkel gegen das im Meßapparat angenommene Koordinatensystem. Der kleine Winkel i ist somit die Inklination des angenommenen Plattenkoordinatensystems gegen das scheinbare am Himmel.

Die Formeln

$$3)\qquad \frac{\Delta\delta}{y - x\sin i} = s \qquad \frac{\Delta\alpha\cos\delta_o}{x + y\sin i} = s$$

geben nun den Skalenwert, d. h. den Wert eines Skalenmillimeters in Bogensekunden. Jeder Vergleichstern liefert einen Wert von i, und mit dem mittleren i weiter gerechnet, zwei Werte von s. Das Mittel aller i-Werte und das Mittel aller s-Werte werden für das weitere Rechnen vorläufig angenommen.

Mit diesen angenäherten Werten von s und i berechnet man zunächst für jeden Vergleichstern

$$4)\qquad x_1 = (x + y\sin i)\, s \qquad y_1 = (y - x\sin i)\, s,$$

wo x und y die gemessenen Koordinaten sind.

Bringt man jetzt an diese verbesserten Koordinaten x_1 und y_1 die Differentialrefraktionskorrektionen (die absolute Refraktion braucht überhaupt nicht berücksichtigt zu werden) und eine zweite Korrektion, die nötig ist wegen der Krümmung der Parallelen und, weil die Tangente des Bogens und nicht der Bogen selbst gemessen wird, an, dann werden die Koordinaten mit den scheinbaren Rektaszensions- und Deklinationsdifferenzen vergleichbar sein. Tabellen, woraus man die Differentialrefraktionskorrektionen der Koordinaten interpolieren kann, wurden nach den Formeln von Kapteyn für den Anfang und das Ende der Aufnahme gebildet. Diese Formeln lauten:

$$5)\qquad \Delta x_1 = R_x = g_x\, x_1 + h_x\, y_1,$$

$$g_x = \varkappa' \left\{\frac{\operatorname{cotg}^2 n}{\sin^2 (N + \delta^0)} + 1\right\}, \qquad h_x = \varkappa' \left\{\frac{\operatorname{cotg} n \cdot \cos (N + 2\delta^0)}{\cos\delta_o \cdot \sin^2 (N + \delta^0)}\right\}$$

$$6)\qquad \Delta y_1 = R_y = g_y\, x_1 + h_y\, y_1,$$

$$g_y = \varkappa' \left\{\frac{\operatorname{cotg} n \cdot \cos N}{\cos\delta_o \cdot \sin^2 (N + \delta^0)}\right\}, \qquad h_y = \varkappa' \left\{\frac{1}{\sin^2 (N + \delta^0)}\right\},$$

wo δ^0 die Halbsumme der Deklination des betreffenden Sternes und des Hauptsternes, $\varkappa'$ die photographische Refraktionskonstante ist, d. h. 1.01539 mal die Besselsche. Bedeuten α_o und δ_o die Rektaszension und Deklination des Hauptsternes, so genügte es, die Größen g_x, h_x, g_y, h_y für Anfang und Ende der Aufnahme für die Punkte

$\alpha_o,\ \delta_o + 20'$	$\alpha_o + 30' \sec\delta_o,\ \delta_o + 20'$
$\alpha_o,\ \delta_o - 20'$	$\alpha_o + 30' \sec\delta_o,\ \delta_o$
$\alpha_o,\ \delta_o - 40'$	$\alpha_o + 30' \sec\delta_o,\ \delta_o - 20'$
	$\alpha_o + 30' \sec\delta_o,\ \delta_o - 40'$

entsprechend der Ausdehnung des vermessenen Teils der Platte zu berechnen, um R_x und R_y mit x_1 und y_1 als Argumenten von zehn zu zehn Minuten interpolieren zu können. Nimmt man nun das arithmetische Mittel der zwei R_x-Tabellen und das arithmetische Mittel der zwei R_y-Tabellen, so hat man zwei Tabellen, woraus die mittlere Differentialrefraktion für Rektaszensions- und Deklinationsdifferenz mit x_1 und y_1 als Argumenten interpoliert werden kann. Diese Korrektionen sind dann direkt an die schon in Bogenmaß umgewandelten Koordinaten x_1 und y_1 anzubringen. Die so korrigierten x_1 und y_1 bezeichnen wir mit x_2 und y_2.

Die zweite Korrektion — nämlich jene wegen Krümmung und Reduktion der gemessenen Tangente auf den Bogen — ist

in Rektaszension

$$(7)\quad \Delta x_2 = -x_2 y_2 \operatorname{tg} \delta_o + \frac{1}{3} x_2 \left[x_2^2 (1 + \operatorname{tg}^2 \delta_o) - 3 y_2^2 \operatorname{tg}^2 \delta_o\right]$$

und in Deklination

$$8)\quad \Delta y_2 = + \frac{1}{2} y_2^2 - \frac{1}{6} y_2 \left[2 y_2^2 + 3 x_2^2 (1 + \operatorname{tg}^2 \delta_o)\right].^{*)}$$

Diese Korrektionen sind an die schon wegen Inklination und Refraktion verbesserten Koordinaten x_2 und y_2 anzubringen. Die so korrigierten x_2 und y_2 bezeichnen wir endlich mit x_3 und y_3.

Jetzt kann man zur Bestimmung der kleinen Korrektionen der angenommenen Inklination und des Skalenwertes, nämlich di und ds, schreiten, indem man für jeden Stern die Gleichungen bildet

$$9)\quad \Delta\alpha \cos \delta_o - x_3 = w_1 + x_3\, \sigma_1 + y_3\, i_1$$

$$10)\quad \Delta\delta \qquad - y_3 = w_2 + y_3\, \sigma_2 - x_3\, i_2,^{*)}$$

wo $\Delta\alpha$ und $\Delta\delta$ die scheinbaren Rektaszensions- und Deklinationsdifferenzen des Kataloges gegen den Hauptstern sind, x_3 und y_3 die korrigierten gemessenen Koordinaten, in Bogensekunden ausgedrückt. Ferner bedeuten $i_1 = di_1$ und $i_2 = di_2$ die Korrektionen, die zu dem angenommenen i-Wert hinzuzufügen sind, $\sigma = \frac{ds}{s}$, und schließlich $w_1 = w_\alpha \cos \delta_o$ und $w_2 = w_\delta$ konstante Korrektionen, welche an die gemessenen Koordinaten jedes Sternes angebracht werden müssen. Jeder Vergleichstern liefert zwei solche Gleichungen, und außerdem gelten für den Hauptstern

$$11)\quad 0 = w_1$$

$$12)\quad 0 = w_2.$$

Die Rektaszensionsgleichungen sind nach der Methode der kleinsten Quadrate zusammen aufzulösen; ebenso die Deklinationsgleichungen. Es ergeben sich daraus $w_\alpha \cos \delta_o$, di_1 und ds_1 und w_δ, di_2 und ds_2. Die genauen Beträge der Inklination und des Skalenwertes sind also

für die Rektaszensionskoordinaten

$$13)\quad J_1 = i + di_1 \qquad S_1 = s + ds_1,$$

für die Deklinationskoordinaten

$$14)\quad J_2 = i + di_2 \qquad S_2 = s + ds_2,$$

welche dann zur Reduktion der gemessenen Koordinaten der unbekannten Sterne benutzt werden können.

Die Position eines gemessenen Sternes erhält man jetzt folgendermaßen: die Koordinaten sind durch die Formeln

$$x_1 = (x + y \sin J_1)\, S_1 \qquad y_1 = (y - x \sin J_2)\, S_2$$

wegen Inklination zu korrigieren und mit dem Skalenwert in Bogensekunden umzuwandeln. Die Korrektionen wegen Differentialrefraktion, Krümmung und Reduktion der Tangente auf den Bogen sind sukzessiv anzubringen, sowie die für alle Sterne geltenden konstanten Korrektionen $w_\alpha \cos \delta_o$ und w_δ. Die so berechnete scheinbare Rektaszensions- und Deklinationsdifferenz ist zu der scheinbaren Rektaszension und Deklination des Hauptsternes zu addieren. Endlich sind die so erhaltenen Örter auf die gewählte mittlere Epoche zu reduzieren.

II. Methode. Als zweite Reduktionsmethode wurde die bekannte Turnersche Methode angewandt. Observatory Vols. 16, 17 und 18, sowie »Die Photographie der Gestirne« von J. Scheiner enthalten ausführliche Erläuterungen dieser Methode.

Die "Standard Co-ordinates" X_o und Y_o jedes Vergleichsternes sind durch die Formeln

$$\text{I.}\quad \begin{cases} X_o = \dfrac{\operatorname{tg}(\alpha_o - A) \sin q_o}{\cos (P - q_o)} \\ Y_o = \operatorname{tg}(P - q_o) \\ \operatorname{tg} q_o = \operatorname{tg} p_o \cdot \cos (\alpha_o - A) \end{cases}$$

zu berechnen. α_o und p_o bedeuten die Rektaszension und Poldistanz eines Anschlußsternes, A und P jene des Hauptsternes.

Alsdann bildet man die Bedingungsgleichungen

$$\text{II.}\quad \begin{cases} X_o = a x_o + b y_o + c \\ Y_o = d x_o + e y_o + f, \end{cases}$$

wo x_o und y_o die gemessenen Koordinaten in beliebigem Maß ausgedrückt, und a, b, c, d, e, f sechs zu bestimmende Konstanten sind. Jeder Vergleichstern liefert ein Paar solcher Gleichungen. Dazu kommen noch die für den Hauptstern geltenden Gleichungen

$$0 = c$$

$$0 = f.$$

*) S. Oppenheim. Ausmessung des Sternhaufens G.C. Nr. 1166. Publikationen der v. Kuffnerschen Sternwarte, Band 3 (1894).

Mit den errechneten Konstanten kann man dann die "Standard Co-ordinates" jedes unbekannten Sternes bilden

$$\text{III.}\qquad \begin{cases} X = ax + by + c \\ Y = dx + ey + f, \end{cases}$$

und diese können in Rektaszension und Poldistanz umgewandelt werden durch die Formeln

$$\text{IV.}\qquad \begin{cases} q = P - \operatorname{arc\,tg} Y \\ \operatorname{tg}(\alpha - A) = \dfrac{X \cos(P - q)}{\sin q} \\ \operatorname{tg} p = \operatorname{tg} q \sec(\alpha - A). \end{cases}$$

Anwendung der zwei Methoden auf Platte B 288.

Zu der Zeit, wo der folgende Vergleich gemacht wurde, war die Platte B 828 noch nicht aufgenommen, und es mußte die zum Vermessen etwas weniger geeignete Platte B 288 benutzt werden. Als Hauptstern wählte ich, wegen seiner zentralen Position, den Stern Nr. 275. In jeder der vier Lagen der Platte im Meßapparat wurden auf jeden Stern acht Einstellungen gemacht. Die gemessenen Koordinaten, in Millimetern ausgedrückt, bezogen auf den Hauptstern, sind

Nr.	x	y
	mm	mm
198	− 7.3372	−12.9198
245	− 2.8063	−21.1929
275	0.0000	0.0000
280	+ 0.6919	+ 6.2401
358	+ 8.9617	− 8.7440
376	+10.4540	+ 4.0177.

I. Methode. Die folgende Tabelle gibt die Reduktion der mittleren Sternörter auf die scheinbaren Örter. An die mittleren Örter für 1900.0 ist die Eigenbewegung von 1900.0 an, die Aberration, Nutation und Präzession vom Anfang des Jahres bis zur Zeit der Aufnahme angebracht. Die Präzession zwischen 1900.0 und 1901.0 ist nicht in der Reduktion enthalten.

Nr. nach Wolf	α 1900.0	Eigenbew. bis 1901.72	Red. ad l. app. 1901 Sept. 21	α app. 1901.72 *)	δ 1900.0	Eigenbew. bis 1901.72	Red. ad l. app. 1901 Sept. 21	δ app. 1901.72 *)
198	55° 18′ 32″.03	−0″.05	+64″.64	55° 19′ 36″.62	+23° 28′ 17″.29	+0″.08	+7″.36	+23° 28′ 24″.73
245	26 40.73	−0.06	+64.48	27 45.15	+23 14 5.08	+0.04	+7.38	+23 14 12.50
275	32 32.81	—	+64.76	33 37.57	+23 50 3.44	—	+7.15	+23 50 10.59
280	34 2.31	±0.00	+64.84	35 7.15	+24 0 39.30	+0.01	+7.09	+24 0 46.40
358	48 54.60	−0.01	+64.56	49 59.15	+23 34 52.48	−0.02	+7.12	+23 34 59.58
376	55 52 8.16	−0.02	+64.73	55 53 12.87	+23 56 33.51	+0.01	+6.99	+23 56 40.51

*) Bezogen auf den mittleren Ort 1900.0, wegen der Vergleichung mit der Turnerschen Methode.

Mittelst Formel 2) ergaben sich die einzelnen Werte von i

aus Stern	198	0° 54′ 29″
	245	0 57 9
	280	1 0 59
	358	1 7 15
	376	1 5 14.

Das Mittel aus diesen fünf Bestimmungen ist

$$i = 1^\circ\, 1'\, 1'',$$

was als vorläufiger Wert anzunehmen war. Mit diesem Wert der Inklination wurde dann der Skalenwert durch Formeln 3) berechnet. Die Resultate für $\log s$ waren

aus Stern	198	2.009040	2.007155
	245	8901	5586
	280	8992	8938
	358	9982	8403
	376	2.007528	2.009195

mit dem mittleren Wert

$$\log s = 2.008372.$$

Formeln 5) und 6) gaben für die einzelnen Koordinaten die gegen den Hauptstern differentiellen Refraktionskorrektionen

	Δx	Δy
198	−0″.21	−0″.36
245	+0.17	−1.01
280	−0.05	+0.30
358	+0.62	−0.84
376	+0.51	−0.21,

7) und 8) die Krümmungskorrektionen und Reduktion der Tangente auf den Bogen

	Δx	Δy
198	+2″.15	−0″.61
245	+1.49	−0.04
280	+0.11	−0.01
358	−1.74	−0.85
376	+0.89	−1.25.

Die Bedingungsgleichungen konnten nun gebildet werden. Sie waren

aus den Rektaszensionen

$$
\begin{aligned}
w_1 \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad &= \pm 0.00\\
w_1 - 769.44\,\sigma_1 - 1304.82\,i_1 &= +0.22\\
w_1 - 322.77\,\sigma_1 - 2156.52\,i_1 &= +0.41\\
w_1 + 81.89\,\sigma_1 + 635.19\,i_1 &= +0.05\\
w_1 + 896.67\,\sigma_1 - 909.33\,i_1 &= +1.18\\
w_1 + 1074.42\,\sigma_1 + 389.22\,i_1 &= +0.63
\end{aligned}
$$

aus den Deklinationen

$$
\begin{aligned}
w_2 \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad &= \pm 0.00\\
w_2 + 769.44\,i_2 - 1304.82\,\sigma_2 &= -1.04\\
w_2 + 322.77\,i_2 - 2156.52\,\sigma_2 &= -1.57\\
w_2 - 81.89\,i_2 + 635.19\,\sigma_2 &= +0.62\\
w_2 - 896.67\,i_2 - 909.33\,\sigma_2 &= -1.68\\
w_2 - 1074.42\,i_2 + 389.22\,\sigma_2 &= +0.70.
\end{aligned}
$$

Aus den Rektaszensionsgleichungen wurden erhalten

$$w_1 = w_\alpha \cos \delta_0 = +0''.141 \qquad \log \sigma_1 = 6.809799$$
$$\log i_1 = 6.486427\,n,$$

aus den Deklinationsgleichungen

$$w_2 = w_\delta = +0''.118 \quad \log \sigma_2 = 7.002299 \quad \log i_2 = 6.515495.$$

Die endgültigen Reduktionsgrößen waren somit

$$w_\alpha \cos \delta_0 = +0''.141 \quad \log S_1 = 2.008652 \quad J_1 = 0^\circ 59' 57''.8$$
$$w_\delta \qquad = +0.118 \quad \log S_2 = 2.008808 \quad J_2 = 1 \quad 2 \quad 8.6$$

und die übrig bleibenden Fehler

	$\Delta\alpha \cos \delta_0$	$\Delta\delta$
198	−0″.176	+0″.099
245	+0.183	−0.374
275	+0.141	+0.118
280	−0.051	+0.110
358	−0.182	+0.590
376	+0.085	−0.543.

II. Methode. Für die Berechnung der Koordinaten X_0 und Y_0 derselben sechs Sterne wurden die mittleren Örter für 1900.0, korrigiert für Eigenbewegung bis 1901.72, benutzt. Die angenommenen Örter waren somit

	α	δ
198	55° 18′ 31″.98	+23° 28′ 17″.37
245	26 40.67	+23 14 5.12
275	32 32.81	+23 50 3.44
280	34 2.31	+24 0 39.31
358	48 54.59	+23 34 52.46
376	55 52 8.14	+23 56 33.51.

Aus diesen Positionen und den Messungen entstanden die Bedingungsgleichungen

$$
\begin{aligned}
0.00000000 &= \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad c\\
-0.00373925 &= -7.3372\,a - 12.9198\,b + c\\
-0.00150884 &= -2.8063\,a - 21.1929\,b + c\\
+0.00039636 &= +0.6919\,a + 6.2401\,b + c\\
+0.00436237 &= +8.9617\,a - 8.7440\,b + c\\
+0.00520784 &= +10.4540\,a + 4.0177\,b + c
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
0.00000000 &= \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad f\\
-0.00632854 &= -7.3372\,d - 12.9198\,e + f\\
-0.01046314 &= -2.8063\,d - 21.1929\,e + f\\
+0.00308274 &= +0.6919\,d + 6.2401\,e + f\\
-0.00441260 &= +8.9617\,d - 8.7440\,e + f\\
+0.00189708 &= +10.4540\,d + 4.0177\,e + f.
\end{aligned}
$$

Die Auflösung lieferte

$\log a = 6.694503$	$a = +0.0004948833$
$\log b = 4.928822$	$b = +0.0000084883$
$\log c = 3.836013$	$c = +0.0000006855$
$\log d = 4.959808\,n$	$d = -0.0000091180$
$\log e = 6.694634$	$e = +0.0004950325$
$\log f = 3.811254$	$f = +0.0000006475$

in Einheiten des Radius ausgedrückt, mit den übrigbleibenden Fehlern in Einheiten der 7. Dezimale des Radius

	ΔX	ΔY
198	−7.86	+ 3.59
245	+8.47	−17.93
275	+6.86	+ 6.48
280	−2.98	+ 5.53
358	−9.13	+29.65
376	+4.56	−27.55.

Der Vergleich der Fehler, die übrig bleiben, läßt sehen, wie die von den zwei Methoden gelieferten Positionen miteinander übereinstimmen. In Bogensekunden sind diese Reste

	$\Delta\alpha \cos \delta_0$		$\Delta\delta$	
	I	II	I	II
198	+0″.141	+0″.141	+0″.118	+0″.134
245	−0.176	−0.162	+0.099	+0.074
275	+0.183	+0.175	−0.374	−0.370
280	−0.051	−0.061	+0.110	+0.114
358	−0.182	−0.188	+0.590	+0.612
376	+0.085	+0.094	−0.543	−0.568.

Die Unterschiede zwischen I und II überschreiten in nur zwei Fällen den Betrag 0″.02.

Man darf daher sicher sein, daß die **Turnersche Methode**, obwohl oft behauptet wird, sie liefere nur Positionen von geringerer Genauigkeit, mindestens bis zu der Deklination der Plejaden und für ein nicht allzu großes Gesichtsfeld, **durchaus jenen Methoden ebenbürtig ist, bei welchen an die Messungen alle Korrektionen einzeln angebracht werden.** Ferner läßt sich aus der Übereinstimmung der einzelnen Messungen der wahrscheinliche Fehler

einer gemessenen x-Koordinate zu ±0″.275 *)

einer gemessenen y-Koordinate zu ±0.172

bestimmen, so daß die Genauigkeit der Messungen selbst

---

*) Es ist zu bemerken, daß die Brennweite des Aufnahmeobjektivs 202.26 cm, also nur rund 202 cm beträgt, während die Standardinstrumente der Himmelskarte etwa 340 cm Brennweite besitzen, ihre Meßgenauigkeit also 1.7 mal so groß als unsere ist.

wahrscheinlich viel geringer ist, als die der Reduktion, wenn man nach Turner die verschiedenen Korrektionen als proportional über das ganze Feld verteilt annimmt. Auch wegen der Kürze und Bequemlichkeit empfiehlt sich die Turnersche Methode, und sie wurde deshalb bei den weiteren Reduktionen ausschließlich benutzt.

Örter der sekundären Vergleichsterne Platte B 828.

Für die Bestimmung der Örter der Sterne, welche als Anhaltsterne für die Hauptplatte dienen sollten, konnte die Platte B 828 verwandt werden, die viel besser ist als jene, welche zur vorangehenden Untersuchung benutzt werden mußte. Die kurze Expositionszeit von 15 Minuten lieferte die Scheiben der Katalogsterne nicht zu groß, die der schwächeren Sterne nicht zu klein für genaue Einstellung.

Die mittleren Positionen der Katalogsterne für 1900, korrigiert für Eigenbewegung bis zum Moment der Aufnahme, sind

	α	δ
198	55° 18′ 31″91	+23° 28′ 17″47
245	26 40.58	+23 14 5.18
275	32 32.81	+23 50 3.44
280	34 2.32	+24 0 39.32
358	48 54.58	+23 34 52.44
376	55 52 8.13	+23 56 33.53.

Auf die Sterne 275 und 286 machte ich in jeder der vier Lagen je zehn Einstellungen, auf die übrigen je sechs, und zwar an verschiedenen Tagen. Die gemessenen Koordinaten, in Millimeter umgewandelt, waren

	x mm	y mm
198	− 7.3858	−12.8874
245	− 2.8813	−21.1827
275	0.0000	0.0000
280	+ 0.7149	+ 6.2345
358	+ 8.9348	− 8.7853
376	+10.4619	+ 3.9738
247	− 2.3307	+ 7.8542
258	− 1.1706	−15.7916
286	+ 1.5347	− 8.8423
333	+ 6.4339	+ 0.1067
348	+ 8.4115	+ 8.7538
354	+ 8.8709	−18.5014.

Die Bedingungsgleichungen zur Bestimmung der sechs Plattenkonstanten waren

$$\begin{aligned}
0.00000000 &= && && c\\
-0.00373956 &= -\ 7.3858\,a && -12.8874\,b && +\ c\\
-0.00156925 &= -\ 2.8813\,a && -21.1827\,b && +\ c\\
+0.00039641 &= +\ 0.7149\,a && +\ 6.2345\,b && +\ c\\
+0.00436236 &= +\ 8.9348\,a && -\ 8.7853\,b && +\ c\\
+0.00520784 &= +10.4619\,a && +\ 3.9738\,b && +\ c
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
0.00000000 &= && && f\\
-0.00632854 &= -\ 7.3858\,d && -12.8874\,e && +\ f\\
-0.01046314 &= -\ 2.8813\,d && -21.1827\,e && +\ f\\
+0.00308284 &= +\ 0.7149\,d && +\ 6.2345\,e && +\ f\\
-0.00441260 &= +\ 8.9348\,d && -\ 8.7853\,e && +\ f\\
+0.00189708 &= +10.4619\,d && +\ 3.9738\,e && +\ f.
\end{aligned}$$

Die Lösung dieser Gleichungen ergab

$\log a = 6.694510$	$a = +0.0004948912$
$\log b = 4.832167$	$b = +0.0000067947$
$\log c = 4.106521$	$c = +0.0000012780$
$\log d = 4.842608\,n$	$d = -0.0000069600$
$\log e = 6.694641$	$e = +0.0004950411$
$\log f = 3.986221$	$f = +0.0000009688$

in Einheiten des Radius, mit den übrigbleibenden Fehlern in Einheiten der 7. Dezimale des Radius

198	−18.98	+11.17
245	+ 6.66	−21.27
275	+12.78	+ 9.69
280	+10.29	− 5.14
358	+ 9.89	+22.93
376	−20.55	−17.33.

Der wahrscheinliche Fehler in derselben Einheit ist also

für eine X-Koordinate ±13.51
für eine Y-Koordinate ±15.20

oder in Bogensekunden

für eine X-Koordinate ±0″279
für eine Y-Koordinate ±0.313.

Folgende Tabelle gibt dann die berechneten X und Y, sowie die sich daraus ergebenden Rektaszensions- und Polardistanzdifferenzen der sechs sekundären Vergleichsterne gegen den Hauptstern Nr. 275

Stern	X	$\Delta\alpha$	Y	Δp
247	−0.00109880	− 4′ 8″2	+0.00390534	+13′ 25″5
258	−0.00068534	− 2 34.0	−0.00780837	−26 50.6
286	+0.00070071	+ 2 37.7	−0.00438701	−15 4.9
333	+0.00318608	+11 58.5	+0.00000901	+ 0 1.3
348	+0.00422353	+15 54.2	+0.00427592	+14 41.0
354	+0.00426571	+15 58.0	−0.00921973	−31 42.6.

Die folgenden Positionen gelten also für 1900.0.

Stern	α (1900.0)	δ (1900.0)
247	55° 28′ 24″6	+24° 3′ 29″0
258	29 58.8	+23 23 12.9
286	35 10.5	+23 34 58.6
333	44 31.3	+23 50 4.7
348	48 27.0	+24 4 44.5
354	55 48 30.8	+23 18 20.9.

Vermessung der Hauptplatte B 634.

Als Anhaltsterne wurden die auf Platte B 828 gemessenen Sterne 247, 258, 286, 333, 348 und 354 benutzt, darunter 286 wegen seiner zentralen Position als Hauptstern.

Das Ausmessen dieser Platte dauerte über acht Tage, und während der Zeit blieb die Platte unberührt im Meßapparat. Jeden Tag wurden die Anhaltsterne gemessen in der Lage, worin die Messungen des Tages zu machen waren. Die Übereinstimmung sämtlicher Messungen zeigte, daß die Platte sich während der Zeit nicht verstellt hatte, so daß das Mittel aller Messungen genommen werden konnte. Die Bedingungsgleichungen

$$\begin{aligned}
0.00000000 &= && && + c\\
-0.00179698 &= -3.9202\,a && +16.6830\,b && + c\\
-0.00138707 &= -2.6889\,a && -\ 6.9650\,b && + c\\
+0.00248676 &= +4.8745\,a && +\ 8.9589\,b && + c\\
+0.00352558 &= +6.8173\,a && +17.6199\,b && + c\\
+0.00356337 &= +7.3660\,a && -\ 9.6472\,b && + c
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
0.00000000 &= && && + f\\
+0.00829322 &= -3.9202\,d && +16.6830\,e && + f\\
-0.00342018 &= -2.6889\,d && -\ 6.9650\,e && + f\\
+0.00439501 &= +4.8745\,d && +\ 8.9589\,e && + f\\
+0.00866112 &= +6.8173\,d && +17.6199\,e && + f\\
-0.00483440 &= +7.3660\,d && -\ 9.6472\,e && + f
\end{aligned}$$

ergaben die Lösungen

$$\begin{aligned}
\log a &= 6.694388 & a &= +0.0004947522\\
\log b &= 4.929458 & b &= +0.0000085008\\
\log c &= 4.005694 & c &= +0.0000010132\\
\log d &= 4.939419\,n & d &= -0.0000086980\\
\log e &= 6.694463 & e &= +0.0004948378\\
\log f &= 4.421327 & f &= +0.0000026383
\end{aligned}$$

mit den übrigbleibenden Fehlern in Einheiten der 7. Dezimale des Radius

	ΔX	ΔY
247	+ 2.83	−11.04
258	−14.67	− 4.43
286	+10.13	+26.38
333	+20.81	−15.60
348	−19.12	+12.21
354	− 0.15	− 8.31.

Aus diesen Resten bestimmt sich der wahrscheinliche Fehler

einer X-Koordinate ±13.06
einer Y-Koordinate ±14.04

oder in Bogensekunden

einer X-Koordinate ±0″269
einer Y-Koordinate ±0.290.

Das folgende Hauptverzeichnis der behandelten Sterne enthält: erstens die Nummer, wobei ich die Sterne nach wachsender Rektaszension geordnet habe, in zweiter Kolumne, wo es möglich war, die Numerierung von C. Wolf, in dritter Kolumne die mittelst der Kurven tabellarisch bestimmten Helligkeiten, wobei die Größen der Wolfschen Sterne die Mittel aus den Bestimmungen von drei Platten, diejenigen aller anderen die Resultate von Platte B 634 allein sind. Es folgen dann aus der Vermessung der letzten Platte die gemessenen Koordinaten in Millimetern, die berechneten X- und Y-Koordinaten in Teilen des Radius, beide in bezug auf den Hauptstern Wolf Nr. 286, und endlich die sich daraus ergebenden mittleren Positionen gültig für 1900.0.

Nr.	Nr. nach Wolf	Größe	Gemessene rechtwinklige Koordinaten		Reduzierte rechtwinklige Koordinaten (in Einheiten des Radius)		1900.0	
			x	y	X	Y	α	δ
			mm	mm				
1		13.40	−6.6064	− 0.5045	−0.00327181	−0.00018954	3h 41m 31s.61	+23° 34′ 19.0
2		14.78	6.6670	+16.7572	315505	+ 835272	33.19	24 3 40.9
3		14.19	6.4053	+ 0.1728	316655	+ 014260	33.19	23 35 27.4
4	228	12.27	6.4186	+ 2.0600	315709	+ 107783	33.31	23 38 40.4
5		14.23	6.5529	+11.3014	314498	+ 565199	33.40	23 54 23.8
6		14.57	6.5439	+17.7405	308579	+ 883822	34.22	24 5 21.1
7		14.06	6.0690	−11.6880	310100	− 572823	34.29	23 15 16.7
8		15.09	6.3506	+12.0087	303888	+ 600023	34.99	23 55 35.8
9		15.27	6.2344	+10.0103	299838	+ 501034	35.61	23 52 11.6
10		13.77	5.9406	− 5.7458	298695	− 278893	35.94	23 25 23.0
11	231	12.48	6.0379	+ 2.4872	296511	+ 128582	36.19	23 39 23.3
12		13.17	5.6589	−15.6654	293191	− 769997	36.86	23 8 30.0
13	232	12.24	5.7655	− 7.6381	291641	− 372683	37.01	23 22 9.5
14		14.86	5.8538	− 0.4173	289871	− 015294	37.21	23 34 26.7
15		13.91	5.9917	+12.9035	285370	+ 643989	37.76	23 57 6.5
16		14.38	5.9281	+10.0229	284673	+ 501391	37.89	23 52 12.5
17		13.46	5.6937	− 0.9435	282398	− 041473	38.34	23 33 32.7
18	234	12.06	5.8484	+11.2689	279671	+ 562978	38.64	23 54 19.5
19		14.73	5.8812	+13.9536	279011	+ 695850	38.71	23 58 53.5
20		14.66	5.5555	− 5.9572	279822	− 289689	38.77	23 25 0.7
21		14.85	5.8737	+15.8840	276999	+ 791373	39.00	24 2 10.4
22		14.33	5.6108	+ 0.3655	277184	+ 023230	39.11	23 35 46.1
23		14.89	−5.6000	+ 3.4346	−0.00274040	+0.00175092	3 41 39.55	+23 40 59.3

Nr.	Nr. nach Wolf	Größe	Gemessene rechtwinklige Koordinaten		Reduzierte rechtwinklige Koordinaten (in Einheiten des Radius)		1900.0	
			x	y	X	Y	α	δ
			mm	mm				
24		13.91	−5.8153	+17.1995	−0.00272991	+0.00856418	3h 41m 39s.59	+24° 4' 24".6
25		14.96	5.3221	−11.7821	273226	− 578130	39.81	23 15 5.7
26		14.48	5.5054	+ 1.9926	270586	+ 103654	40.08	23 38 31.9
27		14.95	5.2824	−10.6807	270242	− 523663	40.29	23 16 58.1
28		14.40	5.3025	− 6.6551	267898	− 324443	40.56	23 23 49.0
29		13.99	5.2636	− 3.9159	263645	− 188931	41.18	23 28 28.4
30		14.89	5.0406	−12.3632	259793	− 607129	41.82	23 14 5.9
31		14.85	5.2680	+ 2.7623	258186	+ 141535	41.94	23 39 50.2
32		14.42	5.2059	+ 2.3012	255506	+ 118664	42.34	23 39 3.0
33		14.00	5.2889	+ 8.8356	254057	+ 442083	42.51	23 50 10.0
34	238	12.72	4.8916	−15.0291	254744	− 739178	42.60	23 9 33.6
35		13.34	5.3009	+14.3780	249940	+ 710352	43.08	23 59 35.9
36		15.24	5.1870	+13.9557	244663	+ 695356	43.88	23 58 52.5
37		15.02	4.9167	+ 0.0806	243085	+ 008529	44.23	23 35 16.0
38		14.98	4.9642	+ 5.8727	240511	+ 295185	44.57	23 45 7.2
39	243	12.48	4.8645	+ 2.7481	238235	+ 140482	44.93	23 39 48.1
40		13.38	4.6956	− 5.4206	236822	− 263884	45.21	23 25 54.1
41		14.00	4.8455	+ 5.1534	235250	+ 259488	45.36	23 43 53.7
42		14.49	4.6317	− 6.4020	234495	− 312503	45.56	23 24 13.8
43		14.96	4.5044	−12.7021	233553	− 624372	45.75	23 13 30.5
44		13.56	4.7263	+ 1.3652	232573	+ 071930	45.79	23 37 26.7
45		14.48	4.9011	+13.1337	231217	+ 654431	45.91	23 57 28.3
46		13.24	4.8929	+14.9164	229296	+ 742639	46.18	24 0 30.2
47		14.57	4.7864	+ 8.5511	229438	+ 427567	46.21	23 49 40.4
48		14.78	4.4941	− 9.0325	229924	− 442789	46.27	23 19 45.0
49		13.56	4.5194	− 6.9684	229421	− 340628	46.33	23 23 15.9
50		14.20	4.5097	− 4.4309	226784	− 215071	46.71	23 27 34.7
51		13.99	4.5358	− 0.0918	224386	− 000334	47.03	23 34 57.8
52		13.85	4.6718	+ 8.9125	223461	+ 445351	47.11	23 50 17.0
53		13.99	4.5333	+ 1.9077	222563	+ 098607	47.29	23 38 21.7
54		13.42	4.5820	+11.4614	216851	+ 571402	48.08	23 54 37.0
55		13.92	4.1584	−11.2984	215241	− 555206	48.48	23 15 53.3
56		15.13	4.3004	− 0.4060	213084	− 020540	48.73	23 34 16.0
57		13.73	4.2699	− 0.7990	211832	− 035560	48.92	23 33 45.0
58		15.05	4.4102	+10.8159	208600	+ 539311	49.28	23 53 30.7
59		14.48	4.2059	+ 0.6595	207426	+ 036557	49.57	23 36 13.9
60		13.40	4.0819	− 6.0865	207026	− 297369	49.68	23 24 45.2
61		13.55	4.4745	+18.6955	205383	+ 929279	49.76	24 6 55.1
62		14.11	4.0846	+ 1.7326	200512	+ 089552	50.60	23 38 3.2
63		14.85	3.9378	− 5.1786	199124	− 252568	50.86	23 26 17.4
64		12.89	3.9891	+ 0.4714	196860	+ 027060	51.16	23 35 54.2
65		13.99	3.8324	− 7.9262	196245	− 388621	51.31	23 21 36.8
66		14.54	3.7657	−10.1189	194809	− 497182	51.53	23 17 52.9
67		13.54	4.1329	+12.6055	193659	+ 627626	51.56	23 56 33.0
68		14.76	3.8957	+ 1.8018	191108	+ 092812	52.02	23 38 9.8
69		13.76	3.7611	− 5.8305	190944	− 285425	52.09	23 25 9.7
70		14.12	4.0909	+19.3884	185815	+ 963233	52.70	24 8 5.1
71		13.07	3.4840	−14.0087	184179	− 689909	53.15	23 11 15.3
72		14.79	3.9605	+17.9636	180575	+ 892615	53.50	24 5 39.5
73		15.23	3.6313	− 0.6945	180149	− 030944	53.67	23 33 54.6
74		13.84	3.8002	+ 9.6722	179692	+ 482186	53.68	23 51 32.8
75		13.25	3.9066	+19.0802	176959	+ 947821	54.04	24 7 33.3
76		13.40	3.5622	+ 0.2332	175941	+ 014902	54.30	23 35 29.1
77		13.40	3.5068	+ 0.4831	172988	+ 027220	54.74	23 35 54.4
78		14.88	3.5476	+ 7.1258	169360	+ 355961	55.25	23 47 12.6
79		13.78	−3.6066	+14.5355	−0.00165980	+0.00722672	3 41 55.72	+23 59 48.9

Nr.	Nr. nach Wolf	Größe	Gemessene rechtwinklige Koordinaten		Reduzierte rechtwinklige Koordinaten (in Einheiten des Radius)		1900.0	
			x	y	X	Y	α	δ
			mm	mm				
80		13.13	−3.0794	−16.1926	−0.00166018	−0.00798328	3h 41m 55s.88	+23° 7′ 31″.7
81		12.81	3.2588	+ 3.7257	157961	+ 187460	56.98	23 41 24.9
82	252	12.22	3.1488	− 3.5612	155714	− 173219	57.35	23 29 1.0
83		12.76	3.0840	− 2.6674	154748	− 129047	57.49	23 30 32.3
84	259	12.37	3.0231	− 2.4727	151570	− 119465	57.97	23 30 51.9
85	250	12.69	3.2657	+14.3900	149237	+ 715176	58.24	23 59 33.5
86		13.40	3.0865	+11.0265	143231	+ 548581	59.16	23 53 49.8
87	255	12.04	2.7754	− 7.2075	143339	− 353977	59.23	23 22 48.3
88		14.71	2.6810	− 9.6737	140765	− 476095	41 59.62	23 18 36.4
89	251	12.51	3.0386	+15.3799	137160	+ 763962	42 0.05	24 1 14.3
90		14.62	2.6467	− 8.0114	137655	− 393868	0.08	23 21 26.2
91	262	12.60	2.6909	− 5.2881	137527	− 259071	0.09	23 26 4.2
92	261	12.06	2.5228	−10.6308	133752	− 523594	0.68	23 16 58.6
93		14.96	2.5371	− 8.4953	132644	− 417909	0.83	23 20 36.6
94		15.18	2.6410	− 0.0298	130588	+ 001086	1.11	23 35 0.8
95		14.18	2.7741	+10.6538	128091	+ 529867	1.43	23 53 11.5
96		12.45	2.6445	+ 3.4095	127838	+ 171279	1.51	23 40 51.9
97	266	13.43	2.3760	−10.7912	126625	− 531660	1.75	23 16 41.9
98		14.57	2.7639	+12.6343	125903	+ 627855	1.76	23 56 33.6
99		13.60	2.5466	+ 3.0121	123332	+ 151529	2.18	23 40 11.1
100		13.76	2.4655	+ 3.5625	118851	+ 178694	2.85	23 41 7.1
101		14.92	2.5494	+11.1828	116525	+ 555848	3.17	23 54 5.1
102		12.93	2.2006	− 5.8518	113748	− 287391	3.66	23 25 5.8
103		15.23	2.4326	+13.0560	109154	+ 648439	4.26	23 57 16.1
104		13.99	2.1451	− 0.1762	106178	− 006590	4.77	23 34 45.0
105	267	11.97	2.2261	+ 6.8638	104201	+ 341847	5.04	23 46 43.7
106		14.21	2.2124	+ 6.0573	104209	+ 301926	5.04	23 45 21.3
107		13.63	2.1960	+10.0120	100035	+ 497606	5.66	23 52 4.9
108		15.09	2.2815	+10.0985	099092	+ 798862	5.78	24 2 26.3
109		13.43	2.0295	+ 3.4146	097406	+ 170996	6.07	23 40 51.3
110		15.35	1.8496	− 0.8063	092094	− 038026	6.89	23 33 40.1
111		13.64	1.8390	− 1.3545	092035	− 065199	6.90	23 32 44.1
112		14.97	1.9084	+ 6.1265	089109	+ 305086	7.31	23 45 27.8
113		13.38	1.7139	− 5.3338	089228	− 262182	7.33	23 25 57.8
114		14.82	2.0747	+16.4572	088555	+ 816432	7.37	24 3 2.5
115		14.08	1.6213	− 8.7349	087538	− 430562	7.59	23 20 10.5
116		14.49	2.0410	+17.6535	085871	+ 875600	7.77	24 5 4.6
117		13.84	1.5470	− 9.6449	084636	− 475656	8.03	23 18 37.5
118		13.32	1.7575	+ 3.2990	084047	+ 165039	8.08	23 40 39.0
119		14.47	1.6381	− 2.0511	082688	− 099849	8.30	23 31 32.6
120	272	11.97	1.7729	+ 6.3075	082251	+ 313925	8.34	23 45 46.1
121		13.62	1.4640	− 7.1946	078446	− 354479	8.95	23 22 47.4
122		13.48	1.7726	+13.9567	075734	+ 692435	9.30	23 58 46.8
123		13.98	1.7665	+17.7715	072191	+ 881201	9.83	24 5 16.1
124		14.96	1.4918	+ 6.9536	067795	+ 345652	10.51	23 46 51.5
125		15.19	1.6302	+16.5880	066452	+ 822518	10.69	24 3 15.1
126		14.48	1.3680	+ 3.7951	064355	+ 189250	11.04	23 41 28.9
127	276	12.66	1.1858	− 5.4740	063220	− 269579	11.23	23 25 42.5
128		14.46	1.1786	− 5.7377	063088	− 282634	11.25	23 25 15.6
129	277	11.82	1.3793	+12.5008	057513	+ 620051	12.05	23 56 17.5
130		14.73	1.0851	− 3.2891	056380	− 161571	12.25	23 29 25.3
131		15.25	1.0774	− 0.8122	053894	− 038990	12.62	23 33 38.1
132		14.31	1.3409	+15.3595	053183	+ 761476	12.69	24 1 9.2
133		15.17	1.3624	+17.3452	052559	+ 859754	12.78	24 4 31.9
134		15.27	1.1527	+ 5.0269	052656	+ 250016	12.79	23 43 34.3
135		12.66	−0.6170	−15.8122	−0.00043867	−0.00781646	3 42 14.14	+23 8 6.3

Nr.	Nr. nach Wolf	Größe	Gemessene rechtwinklige Koordinaten		Reduzierte rechtwinklige Koordinaten (in Einheiten des Radius)		1900.0	
			x	y	X	Y	α	δ
			mm	mm				
136		14.06	−0.9967	+ 8.9380	−0.00041613	+0.00443416	3h 42m 14s.44	+23° 50′ 13″.2
137		14.73	1.0288	+15.9263	37260	+ 789252	15.09	24 2 6.5
138		13.28	0.4797	−13.5413	35143	− 669393	15.44	23 11 57.9
139		14.79	0.7092	+ 0.7434	34355	+ 037667	15.55	23 36 16.3
140	281	12.06	0.6961	+ 3.7745	31130	+ 187646	16.03	23 41 25.6
141		14.42	0.5192	− 6.3086	30949	− 311458	16.06	23 24 16.1
142		14.10	0.4194	−11.4405	30374	− 565489	16.15	23 15 32.2
143		13.84	0.3916	−12.6953	30065	− 627606	16.20	23 13 24.0
144		14.30	0.8422	+16.4701	27566	+ 815999	16.55	24 3 1.6
145		14.12	0.5220	− 0.8388	26438	− 040789	16.73	23 33 34.4
146		15.18	0.6002	+ 6.3056	24234	+ 312811	17.06	23 45 44.8
147		13.97	0.3109	− 7.0710	21291	− 349365	17.51	23 22 57.9
148		14.82	0.6572	+13.6865	20779	+ 678095	17.57	23 58 17.2
149		13.17	0.1840	−11.0926	18432	− 548480	17.94	23 16 7.3
150		14.94	0.3168	− 3.2785	18359	− 161693	17.95	23 29 25.0
151		13.80	0.5448	+13.8474	15082	+ 685959	18.43	23 58 33.4
152		14.57	0.1229	−10.1280	14589	− 500801	18.52	23 17 45.6
153		14.29	0.2456	− 1.4101	13249	− 069300	18.71	23 32 35.6
154		14.45	0.2333	+ 0.3649	11131	+ 018523	19.03	23 35 36.8
155	283	11.78	0.0673	− 8.4033	10423	− 418474	19.14	23 20 35.4
156		13.86	0.1968	− 0.7019	10232	− 034298	19.17	23 33 47.8
157		14.95	0.4113	+13.9651	08377	+ 691667	19.44	23 58 45.2
158	282	11.97	0.4081	+14.1592	08053	+ 701271	19.49	23 59 5.0
159		15.09	0.2466	+ 6.2097	06821	+ 307758	19.68	23 45 33.4
160		13.06	−0.3045	+10.0943	06383	+ 500032	19.74	23 52 9.9
161		12.04	+0.0200	− 8.2901	05956	− 409979	19.81	23 20 52.9
162		13.93	−0.4098	+18.3786	04550	+ 910062	20.02	24 6 15.7
163		14.65	−0.0787	+ 1.4726	02541	+ 073202	20.32	23 37 29.6
164		14.47	−0.1648	+ 9.0814	− 00332	+ 449788	20.65	23 50 26.3
165		13.91	+0.0574	− 2.1809	+ 01087	− 107705	20.86	23 31 16.4
166		14.39	+0.1077	− 2.8331	03021	− 140022	21.15	23 30 9.7
167		12.94	−0.0510	+ 7.2371	03730	+ 358427	21.26	23 47 17.9
168		14.70	+0.1123	+ 2.8807	08106	+ 142704	21.92	23 39 52.9
169		12.99	+0.2036	− 1.2332	09126	− 060937	22.07	23 32 52.9
170		14.98	−0.0411	+13.7108	09723	+ 678761	22.16	23 58 18.6
171		15.18	−0.0045	+11.9292	10019	+ 590569	22.21	23 55 16.7
172	289	11.71	+0.1243	+ 5.9927	11345	+ 296698	22.41	23 45 10.5
173		15.10	0.0801	+16.5994	18175	+ 821595	23.44	24 3 13.2
174	290	12.01	0.4838	− 5.9482	18981	− 294497	23.54	23 24 51.1
175		15.10	0.2974	+ 7.6758	21340	+ 379832	23.91	23 48 2.0
176		13.96	0.4455	+ 6.1888	27404	+ 306121	24.82	23 45 30.0
177		14.74	0.6124	− 2.5464	28218	− 126274	24.93	23 30 38.1
178		14.26	0.8384	−14.8635	28946	− 735967	25.03	23 9 40.6
179		14.98	0.7263	− 2.1626	34197	− 107381	25.83	23 31 17.1
180		14.15	0.6737	+ 2.9135	35909	+ 143849	26.09	23 39 55.3
181		14.39	0.8469	− 3.3919	39118	− 168317	26.57	23 29 11.4
182		14.42	0.9504	− 9.0923	39394	− 450484	26.60	23 19 29.4
183		14.53	0.6914	+ 6.3294	39689	+ 312865	26.66	23 45 43.9
184		14.85	0.6567	+ 8.9680	40215	+ 443463	26.75	23 50 13.3
185	294	11.95	1.0271	−10.5509	41948	− 522729	26.98	23 17 0.4
186		14.48	0.5279	+19.0772	42436	+ 943816	27.09	24 7 25.3
187		14.33	0.5332	+18.9177	42563	+ 935919	27.11	24 7 9.0
188		13.24	0.6962	+11.1180	43997	+ 549819	27.32	23 53 52.6
189		14.10	0.8765	+ 1.6205	44844	+ 079690	27.43	23 37 42.8
190		13.30	1.0983	−11.0387	45056	− 546928	27.44	23 16 10.5
191		14.90	+1.1084	− 5.2697	+0.00050460	−0.00261405	3 42 28.26	+23 25 59.3

Nr.	Nr. nach Wolf	Größe	Gemessene rechtwinklige Koordinaten		Reduzierte rechtwinklige Koordinaten (in Einheiten des Radius)		1900.0	
			x	y	X	Y	α	δ
			mm	mm				
192		14.72	+0.8115	+12.0447	+0.00050492	+0.00595723	3h42m28s.29	+23° 55′ 27″.3
193		14.29	1.0102	+ 1.7577	051575	+ 086363	28.44	23 37 56.7
194		13.05	1.3207	−12.8265	054540	− 635588	28.86	23 13 7.6
195	298	12.30	1.2018	− 4.6346	055621	− 230119	29.04	23 27 3.9
196		14.68	0.9233	+12.2606	056204	+ 606161	29.16	23 55 48.8
197		14.91	1.0155	+ 9.0192	058010	+ 445684	29.42	23 50 17.8
198		14.20	1.1630	+ 1.1490	058618	+ 056109	29.50	23 36 54.3
199		13.68	1.4740	−14.5778	060636	− 722382	29.77	23 10 8.6
200		14.89	1.1868	+ 2.3717	060835	+ 116592	29.83	23 38 59.1
201		15.06	1.0364	+14.8826	064029	+ 735809	30.34	24 0 16.3
202		15.17	1.2583	+ 4.3693	066070	+ 215379	30.62	23 42 22.6
203		14.54	1.0538	+16.5850	066337	+ 820035	30.69	24 3 10.0
204		14.38	1.2959	+ 5.4111	068816	+ 266898	31.04	23 44 9.1
205		14.80	1.3877	+ 1.8610	070340	+ 091146	31.26	23 38 6.6
206	302	12.23	1.3507	+ 7.1236	072983	+ 351592	31.67	23 47 3.8
207		14.28	1.3889	+13.1754	080018	+ 651024	32.74	23 57 21.4
208		14.09	1.5294	+ 6.1741	081017	+ 304451	32.87	23 45 26.5
209		13.19	1.7857	− 7.8578	081770	− 390123	32.95	23 21 33.9
210	304	12.29	1.6964	+ 0.8871	084785	+ 042685	33.42	23 36 26.6
211		14.40	1.5649	+ 9.1181	085276	+ 450100	33.52	23 50 27.0
212		14.45	1.9380	−10.0266	087461	− 497576	33.79	23 17 52.3
213		13.13	1.7459	+ 2.1574	088314	+ 105501	33.96	23 38 36.2
214		13.55	1.8664	+ 0.7226	093056	+ 034307	34.66	23 36 9.5
215		13.75	2.1147	−11.8810	094627	− 589492	34.86	23 14 42.7
216		14.11	1.9906	− 0.7405	097958	− 038110	35.40	23 33 40.0
217	305	12.51	2.1837	− 9.6268	099957	− 478007	35.67	23 18 32.6
218		14.61	1.9174	+10.8021	104148	+ 533124	36.36	23 53 18.2
219	308	11.98	2.1083	+ 0.7002	105005	+ 033079	36.46	23 36 6.8
220		14.92	2.2253	− 4.7375	106171	− 236101	36.61	23 26 51.6
221	310	12.42	2.0973	+ 6.6863	109550	+ 329303	37.15	23 46 17.8
222		15.10	1.9401	+15.6809	109418	+ 774526	37.17	24 1 36.1
223		14.84	2.0299	+14.4165	112786	+ 711881	37.68	23 59 26.9
224		14.25	2.1806	+ 6.0443	113125	+ 297462	37.70	23 45 12.1
225		14.68	1.9820	+17.5348	113067	+ 866227	37.73	24 4 45.2
226		13.68	2.5626	−12.2339	116487	− 607344	38.13	23 14 5.8
227		14.19	2.4452	− 3.0944	118448	− 154985	38.46	23 29 38.9
228		13.81	2.3785	+ 1.1958	118795	+ 057368	38.53	23 36 56.9
229		14.91	2.5342	− 6.9215	119598	− 344443	38.62	23 23 8.1
230		13.34	2.6753	−11.4669	122715	− 569508	39.07	23 15 23.9
231		13.75	2.5995	− 4.2885	125067	− 214208	39.45	23 27 36.7
232		14.28	2.6328	− 5.5158	125671	− 274969	39.53	23 25 31.4
233		15.23	2.3435	+11.0498	125440	+ 545011	39.57	23 53 42.7
234	311	12.08	2.3371	+11.6564	125639	+ 575035	39.60	23 54 44.6
235		14.61	2.6108	+ 0.8864	130025	+ 041855	40.21	23 36 24.9
236		13.27	2.6623	− 0.8712	131079	− 045162	40.36	23 33 25.4
237		14.75	2.5388	+ 9.1056	133449	+ 448635	40.76	23 50 23.9
238		14.00	2.8021	− 4.8127	134645	− 240324	40.88	23 26 42.8
239		13.24	2.8771	− 7.9990	135647	− 398089	41.02	23 21 17.5
240		13.41	2.9970	−11.3650	138717	− 564726	41.46	23 15 33.7
241		14.36	3.0375	−12.3126	139016	− 611652	41.64	23 13 56.7
242		14.58	2.9891	− 8.5521	140718	− 425526	41.77	23 20 20.7
243	319	11.94	3.1193	− 3.9600	151114	− 195436	43.36	23 28 15.3
244		15.03	3.1001	− 2.6454	151231	− 133337	43.38	23 30 23.3
245		13.35	2.7666	+18.8340	152990	+ 929834	43.75	24 6 56.3
246		14.25	2.8228	+15.8571	153240	+ 782417	43.82	24 1 52.3
247		13.95	+2.8434	+15.6255	+0.00154062	+0.00771299	3 42 43.89	+24 1 29.3

Nr.	Nr. nach Wolf	Größe	Gemessene rechtwinklige Koordinaten		Reduzierte rechtwinklige Koordinaten (in Einheiten des Radius)		1900.0	
			x	y	X	Y	α	δ
			mm	mm				
248		15.08	+3.0259	+ 8.2780	+0.00156845	+0.00407258	3h 42m 44s.28	+23° 48′ 58″.4
249		14.06	3.3863	−10.5913	158636	− 526779	44.45	23 16 51.9
250	321	12.20	3.3585	− 3.7890	163043	− 190152	45.14	23 28 26.1
251		13.07	3.6407	−14.2552	168108	− 708303	45.85	23 10 37.4
252	324	12.71	3.4213	− 1.9365	167725	− 098538	45.86	23 31 35.1
253	320	12.56	3.1212	+15.2995	167529	+ 754626	45.92	24 0 54.9
254		14.72	3.1723	+16.1449	170776	+ 796415	46.41	24 2 21.1
255		14.12	3.3517	+ 7.1604	172014	+ 351672	46.55	23 47 3.7
256		14.95	3.2645	+15.6440	174912	+ 771548	47.03	24 1 29.8
257		14.42	3.4212	+ 9.0256	177038	+ 443909	47.32	23 50 14.0
258	325	11.86	3.6284	− 0.0072	179611	− 003655	47.65	23 34 50.9
259		13.93	3.3580	+18.0693	181599	+ 891480	48.05	24 5 37.2
260	322	11.94	3.4749	+15.5195	185216	+ 765205	48.58	24 1 16.8
261		12.78	3.6529	+ 9.1727	188627	+ 450986	49.06	23 50 28.6
262		13.06	3.5600	+15.2753	189220	+ 753046	49.19	24 0 51.6
263		13.81	3.7775	+ 4.0666	190451	+ 198209	49.30	23 41 47.2
264	323	12.62	4.0268	− 8.7475	191892	− 436099	49.44	23 19 58.8
265		14.71	3.7972	+ 4.6519	191923	+ 227154	49.53	23 42 47.0
266		13.82	3.6911	+11.2478	192281	+ 553637	49.62	23 54 0.4
267		14.89	4.0945	− 7.5834	196231	− 378553	50.09	23 21 57.6
268		14.72	3.7468	+12.2780	195912	+ 604566	50.17	23 55 45.4
269		13.99	4.2673	−15.2785	198239	− 759485	50.35	23 8 51.9
270		13.19	4.0171	+ 2.1942	200713	+ 105347	50.83	23 38 35.6
271		13.58	3.8492	+15.9937	204137	+ 788344	51.44	24 2 4.4
272		14.71	4.3616	−12.1446	205569	− 604490	51.46	23 14 11.6
273		15.19	3.9979	+10.2123	206580	+ 502129	51.76	23 52 14.0
274		13.76	4.0271	+11.0348	208723	+ 542804	52.09	23 53 38.1
275		13.98	4.0395	+11.6814	209887	+ 574790	52.27	23 54 44.0
276		14.04	3.9711	+16.4678	210573	+ 811698	52.41	24 2 52.7
277		14.67	3.9711	+16.9241	210959	+ 834278	52.47	24 3 39.1
278	330	12.12	4.2400	+ 3.1688	212570	+ 153380	52.62	23 40 14.7
279	329	12.03	4.5982	−16.3592	213692	− 813252	52.65	23 7 1.0
280		14.85	4.5041	− 7.7472	216357	− 387014	53.11	23 21 40.2
281		13.39	4.7484	−14.4338	222760	− 718105	54.02	23 10 17.2
282		13.94	4.7750	−15.1338	223481	− 752767	54.12	23 9 5.7
283		13.99	4.3132	+10.4272	222362	+ 512489	54.14	23 52 35.4
284	331	12.37	4.2542	+14.2076	222656	+ 699609	54.21	23 59 1.4
285		12.99	4.8562	−13.7640	228663	− 685054	54.91	23 11 25.3
286		14.98	4.6078	+ 1.4658	229310	+ 068789	55.12	23 37 20.2
287		15.18	4.4140	+12.2902	228933	+ 604590	55.14	23 55 45.4
288		13.47	4.7318	− 1.4546	232972	− 075831	55.64	23 32 21.9
289		14.88	4.7366	− 0.2875	234201	− 018083	55.84	23 34 21.0
290		13.32	4.9916	− 3.1772	244361	− 161298	57.34	23 29 25.3
291		13.07	5.0988	− 9.0379	244683	− 451400	57.34	23 19 27.1
292		13.71	4.6802	+14.7982	244235	+ 728463	57.46	24 0 0.7
293		14.19	4.9791	− 0.3362	246158	− 020704	57.63	23 34 15.4
294	337	11.74	5.1279	− 4.2051	250230	− 212281	58.21	23 27 40.3
295	334	11.70	5.0911	− 1.9105	250306	− 098703	58.24	23 31 34.6
296		12.81	5.1756	− 3.3780	253294	− 171394	58.68	23 29 4.7
297		15.01	4.9553	+13.4155	256670	+ 659803	59.32	23 57 39.1
298		14.68	5.2255	+ 1.4239	259845	+ 066179	42 59.70	23 37 14.7
299		14.73	4.9946	+17.3435	261954	+ 854141	43 0.15	24 4 20.0
300		14.97	5.4617	− 3.6294	267235	− 184083	0.76	23 28 38.5
301	239	12.33	5.5546	− 7.7194	268354	− 386552	0.90	23 21 40.9
302		13.11	5.7313	−15.3070	270647	− 762169	1.17	23 8 46.2
303	343	12.74	+5.2591	+13.4201	+0.00271705	+0.00650766	3 43 1.59	+23 57 39.1

Nr.	Nr. nach Wolf	Größe	Gemessene rechtwinklige Koordinaten		Reduzierte rechtwinklige Koordinaten (in Einheiten des Radius)		1900.0	
			x	y	X	Y	α	δ
			mm	mm				
304		13.53	+5.7805	−10.7271	+0.00276974	−0.00535581	$3^h 43^m 2^s.16$	+23° 16′ 33″.5
305		14.80	5.3388	+14.1988	276310	+ 698230	2.28	23 58 58.4
306		14.73	5.6269	+ 3.7420	281674	+ 180538	3.00	23 41 10.5
307	341	11.77	5.7042	− 0.0369	282287	− 006524	3.05	23 34 44.7
[357]		14.65	5.9348	−11.2700	284146	− 562580	3.23	23 15 37.8
308		14.36	5.5435	+12.0909	284645	+ 593745	3.52	23 55 22.9
309		14.00	5.7079	+ 5.4302	287117	+ 264006	3.83	23 44 2.8
310		13.95	5.8679	− 2.8320	288010	− 144978	3.89	23 29 59.1
311	336	12.63	5.7763	+ 2.4985	288009	+ 118873	3.94	23 39 3.3
312		15.28	5.9909	− 4.1386	292984	− 209741	4.62	23 27 45.5
313		14.28	6.1963	−13.9466	294809	− 695256	4.80	23 11 4.1
314		14.54	5.6557	+16.3241	293795	+ 803122	4.94	24 2 34.6
315		15.23	5.6951	+16.1175	295569	+ 792864	5.20	24 2 13.5
316		13.72	5.8866	+ 7.6534	297848	+ 373863	5.46	23 47 49.3
317		13.18	6.0861	+ 0.2508	301426	+ 007381	5.93	23 35 13.5
318		15.20	6.0244	+ 3.7431	301342	+ 180246	5.95	23 41 10.0
319		12.95	6.0885	+ 0.8369	302043	+ 036381	6.03	23 36 13.2
320		14.36	5.8217	+17.3596	302888	+ 854217	6.32	24 4 20.2
321		14.77	6.3769	−12.2553	305182	− 611721	6.37	23 13 56.4
322		15.02	6.2307	− 3.8415	305101	− 195248	6.44	23 28 15.5
323		14.60	6.4060	−12.1265	306731	− 605413	6.60	23 14 9.5
324		14.25	5.9549	+15.1969	307640	+ 747084	7.01	24 0 39.1
325		14.10	6.4525	− 8.7088	311937	− 436293	7.42	23 19 58.1
326		14.39	6.4489	− 8.4714	311961	− 424542	7.42	23 20 21.9
327		13.99	6.6182	−11.5882	317687	− 578920	8.25	23 15 4.0
328	342	12.47	6.0942	+18.0300	316940	+ 887155	8.44	24 5 27.9
329		15.06	6.3947	+ 3.5198	319473	+ 168875	8.67	23 40 46.4
330		13.26	6.6915	−10.8760	321919	− 543742	8.89	23 16 16.6
331		13.58	6.5181	− 0.1074	322394	− 010720	9.07	23 34 36.0
332		14.74	6.6927	− 5.1318	326862	− 259498	9.69	23 26 2.9
333	345	12.27	6.7874	− 8.1710	328963	− 409992	9.97	23 20 52.4
334		14.73	6.3754	+16.6385	329676	+ 818054	10.34	24 3 5.4
335	346	12.16	6.6333	+ 2.8383	330698	+ 134944	10.35	23 39 36.4
336		14.77	6.8150	− 4.1699	333730	− 212005	10.73	23 27 40.7
337	344	12.17	6.6628	+ 4.3867	333474	+ 211539	10.78	23 42 14.2
338		13.69	7.0093	−12.6309	335706	− 630849	10.93	23 13 16.9
339		13.02	6.4678	+17.0248	334570	+ 837089	11.08	24 3 44.6
340		14.47	6.5104	+17.5276	337095	+ 861932	11.47	24 4 35.9
341		14.70	6.9550	− 3.9930	340807	− 203373	11.79	23 27 58.6
342		13.80	6.8907	+ 3.5567	344044	+ 170269	12.36	23 40 49.3
343	355	13.18	7.1529	− 8.9966	346345	− 451143	12.56	23 19 27.4
344		13.77	6.7123	+18.6274	348029	+ 916179	13.13	24 6 27.5
345		14.08	6.8696	+10.7860	349145	+ 528024	13.21	23 53 7.2
346	351	12.58	7.3311	−10.8844	353557	− 544714	13.62	23 16 14.3
347		14.22	6.7961	+18.2945	351892	+ 899633	13.71	24 5 53.7
348		14.65	7.2035	− 0.9333	355703	− 052185	14.06	23 33 10.4
349		14.49	7.3773	− 7.2942	358894	− 367097	14.46	23 22 20.9
350		13.46	7.3640	− 5.5594	359711	− 281241	14.61	23 25 17.9
351		14.49	7.0247	+14.3869	359880	+ 706071	14.86	23 59 14.3
352		13.40	7.5961	−11.6258	366037	− 581031	15.49	23 14 58.4
353		14.06	7.6343	−13.0149	366746	− 650402	15.57	23 12 36.6
354	363	12.78	7.7849	−15.2499	372297	− 761130	16.38	23 8 47.9
355	360	12.67	7.8445	−13.9331	376365	− 695971	17.00	23 11 2.4
356		15.40	7.2632	+17.0317	373928	+ 836739	17.01	24 3 43.8
358		13.70	7.4341	+16.1203	381609	+ 791490	18.16	24 2 10.4
359		14.44	+7.4340	+17.4720	+0.00382753	+0.00858378	3 43 18.35	+24 4 28.4

8

Präzession.

Mit den Struveschen Konstanten für 1900.0 sind die Formeln für die Berechnung der Präzession

in Rektaszension: $3^s.07272 + 1^s.33681 \sin\alpha \operatorname{tg}\delta$

in Deklination: $20''.0521 \cos\alpha$

und der variatio saecularis

in Rektaszension: $+0^s.00322 + (6.63385\, n)\, p +$
$(7.98773) \cdot \cos\alpha \cdot \operatorname{tg}\delta \cdot p + (6.81164) \sin\alpha \cdot \sec^2\delta \cdot p'$

in Deklination: $+(6.63385\, n) \cdot p' - (9.16382) \sin\alpha \cdot p$,

wo p und p' die Präzession in Rektaszension bzw. Deklination ist. Die eingeklammerten Zahlen sind die Logarithmen. Ich habe damit die folgenden Interpolationstabellen berechnet:

Präzession in α

3^h	$41^m.5$	$42^m.0$	$42^m.5$	$43^m.0$	$43^m.5$
	+	+	+	+	+
+23° 0′	3ˢ.5397	3ˢ.5404	3ˢ.5411	3.5418	3ˢ.5425
10	3.5434	3.5442	3.5449	3.5456	3.5463
20	3.5472	3.5480	3.5487	3.5494	3.5501
30	3.5510	3.5518	3.5525	3.5532	3.5539
40	3.5548	3.5556	3.5563	3.5570	3.5577
50	3.5587	3.5594	3.5601	3.5609	3.5616
+24 0	3.5625	3.5632	3.5640	3.5647	3.5654
10	3.5663	3.5671	3.5678	3.5686	3.5693

Präzession in δ

3^h	41^m	42^m	43^m
	+	+	+
0°	11″.430	11″.358	11″.285
10	11.418	11.346	11.273
20	11.406	11.334	11.261
30	11.394	11.322	11.249
40	11.382	11.309	11.237
50	11.370	11.297	11.225

Var. saec. in α

3^h	$41^m.5$	$42^m.5$	$43^m.5$
	+	+	+
+23°.0	0ˢ.0172	0ˢ.0171	0ˢ.0170
+23.5	0.0174	0.0174	0.0173
+24.0	0.0178	0.0177	0.0176
+24.5	0.0180	0.0179	0.0179

Var. saec. in δ

3^h	$41^m.5$	$42^m.5$	$43^m.5$
	—	—	—
+23°.0	0″.430	0″.431	0″.432
+23.5	0.431	0.432	0.434
+24.0	0.432	0.434	0.435
+24.5	0.434	0.435	0.437

Kontrollen.

Die algebraische Summe der Rektaszensions- und Polardistanzdifferenz gegen den Hauptstern habe ich aus den Koordinaten x und y graphisch bis auf die Bogensekunde kontrolliert. Aus den Reduktionsformeln hat man nämlich

$$\left(\frac{\cos(P-q)}{\sin q}a + d\right)x + \left(\frac{\cos(P-q)}{\sin q}b + e\right)y + \left(\frac{\cos(P-q)}{\sin q}c + f\right) = \operatorname{tg}(\alpha - A) + \operatorname{tg}(P-q).$$

Wendet man diese Formel für ein Feld an, welches klein genug ist, um den mittleren Wert von $\frac{\cos(P-q)}{\sin q}$ als konstant für das ganze Stück betrachten zu können, so ist angenähert

$$mx + ny + h = \operatorname{tg}(\alpha - A) + \operatorname{tg}(P-q) = \{(\alpha - A) + (P-q)\}$$

oder

$$\frac{m}{n}x + y + \frac{h}{n} = \left\{\frac{(\alpha - A) + (P-q)}{n}\right\}.$$

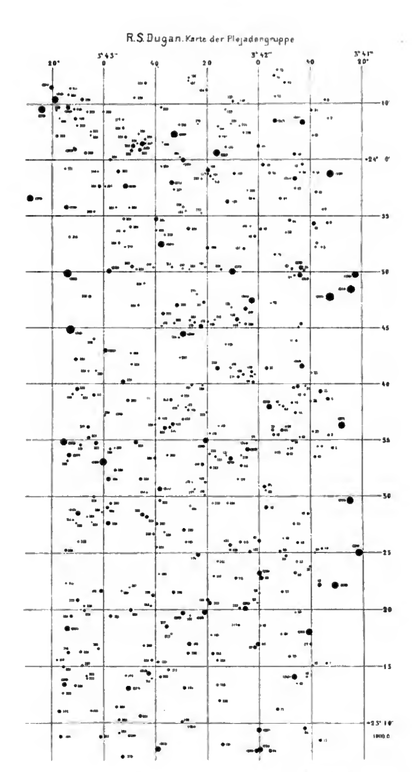
Da die Gleichung in x und y, $(\alpha - A)$ und $(P-q)$ linear ist, und $\frac{h}{n}$ für alle Sterne konstant bleibt, so stellt die Gleichung

$$\frac{m}{n}x + y = (\alpha - A) + (P-q)$$

eine Gerade dar, wenn man die algebraische Summe $\frac{m}{n}x + y$ als Ordinate, $(\alpha - A) + (P-q)$ als Abszisse abträgt. Den Faktor $\frac{m}{n}$ konnte ich für den vierten Teil des ganzen Feldes als konstant betrachten.

Ferner sind siebzehn der Wolfschen Sterne, deren Positionen ich bestimmt habe, auch in dem Pariser photographischen Katalog enthalten. Die folgende Liste stellt einen Vergleich zwischen den zwei Bestimmungen dar.

Nr. nach Wolf	α 1900.0 D	α 1900.0 P	α 1900.0 D−P	δ 1900.0 D	δ 1900.0 P	δ 1900.0 D−P
234	3ʰ41ᵐ38ˢ.64	38ˢ.65	−0ˢ.01	+23°54′19″.5	19″.0	+0″.5
247	53.64	53.68	−0.04	24 3 29.0	28.8	+0.2
258	41 59.92	59.92	±0.00	23 23 12.9	12.7	+0.2
272	42 8.34	8.39	−0.05	23 45 46.1	46.7	−0.6
283	19.14	19.17	−0.03	23 20 35.4	35.2	+0.2
286	20.70	20.70	±0.00	23 34 58.6	59.3	−0.7
289	22.41	22.46	−0.05	23 45 10.5	11.5	−1.0
294	26.98	27.07	−0.09	23 17 0.4	0.4	±0.0
319	43.36	43.39	−0.03	23 28 15.3	15.2	+0.1
325	47.65	47.68	−0.03	23 34 50.9	51.8	−0.9
322	48.58	48.61	−0.03	24 1 16.8	17.0	−0.2
333	58.09	58.10	−0.01	23 50 4.7	5.3	−0.6
337	58.21	58.23	−0.02	23 27 40.3	40.9	−0.6
334	42 58.24	58.25	−0.01	23 31 34.6	35.6	−1.0
341	43 3.05	3.10	−0.05	23 34 44.7	45.3	−0.6
348	13.80	13.82	−0.02	24 4 44.5	45.5	−1.0
354	3 43 14.06	14.09	−0.03	+23 18 20.9	20.9	±0.0



A. Funke Leipzig

Im Durchschnitt ist der Unterschied $D-P$

in Rektaszension $-0^s.029$

in Deklination $-0''.35$,

wobei zu berücksichtigen ist, daß die Brennweite unseres Objektivs nur 202 cm beträgt.

Die Sternkarte.

Die Sternkarte, die sich am Ende dieser Abhandlung befindet, enthält die Sterne des Kataloges und außerdem die bekannten hellen Sterne, und zwar nach ihren mittleren Örtern für 1900.0. Die helleren Sterne sind mit eingeklammerten Nummern versehen, welche sich auf die Wolfsche Numerierung beziehen. Ihre Positionen sind dem Kataloge von Elkin, soweit sie von ihm gemessen wurden, die anderen dem Pariser photographischen Katalog entnommen. Die Koordinaten der Komponenten des engen Sternpaares (352 Wolf), deren Durchmesser nicht bestimmt werden konnten, habe ich nachträglich gemessen und finde für 1900.0

(352_1) $\alpha = 3^h 43^m 11^s.18$ $\delta = +24° 0' 57''.0$
(352_2) $\alpha = 3\ 43\ 11.45$ $\delta = +24\ 1\ 3.3$,

wobei der erste als dreizehnter, der zweite als vierzehnter Größe geschätzt wurde.

Königstuhl, 1904 Juni 11. **R. S. Dugan.**

Errata.

Auf der Karte ist der Stern 27 zu hell eingezeichnet, 83 und 96 zu schwach. Ferner sind die Sterne

	α	δ
79	$\alpha = 3^h 41^m 55^s.72$	$\delta = +23° 59' 48''.9$
329	3 43 8.67	+23 40 46.4
342	3 43 12.36	+23 40 49.3
357	3 43 3.23	+23 15 37.8

an falschen Stellen auf der Karte eingetragen.

PUBLIKATIONEN
DES
ASTROPHYSIKALISCHEN INSTITUTS
KÖNIGSTUHL-HEIDELBERG

BAND II. No. 3.

Königstuhl-Nebel-Liste 4.

Mittlere Örter, Beschreibung und Helligkeitsvergleichung von 272 Nebelflecken bei 17 Comae.

Der folgende Katalog enthält die Örter von 272 Nebelflecken zwischen

AR.		NPD.
$12^h 10^m$		$59°57'$
	und	
12 35		66 40.

Die sämtlichen Objekte wurden auf vier Aufnahmen vom Bruce-Teleskop am Stereokomparator aufgefunden und verglichen. Die Vermessung erfolgte auf der Platte B 717, welche am 23. März 1903 von $8^h 58^m\!.8$ bis $12^h 12^m\!.8$ M. Z. Königstuhl mit der Linse a des Bruce-Teleskops aufgenommen worden ist.

Die Ausmessung wurde in rechtwinkeligen Koordinaten am Stereokomparator vorgenommen, wobei dessen Skalen durch zwei Fernrohre aus der Entfernung abgelesen wurden. Die Fehler der Maßstäbe wurden am Repsold'schen Meßapparat bestimmt.

Jedes Objekt ist in 2 Lagen gemessen. Die Bestimmung der Positionen erfolgte nach der Turner'schen Methode. Als Anschlußsterne wurden benutzt:

AG. Cambr.	6062
	6092
	6171
AG. Cambr.	6198
	6140
AG. Berlin B	4570
AG. Cambr.	6163
	6096
AG. Berlin B	4489.

AG. Cambridge 6140 diente als Hauptstern.

Die relative Verzeichnung wurde gemessen und vor der Rechnung an die gemessenen Koordinaten der Sterne angebracht.

Unter den 272 Nebelflecken finden sich 22 Objekte, die im NGC. bereits vorkommen. Das Verhältnis von neuen zu alten Nebelflecken stellt sich also in dieser Gegend auf 12 zu 1. Bei den Nebelflecken am Pol der Milchstraße fanden sich 19 neue auf einen bekannten Nebel.

Die Bezeichnungen blieben dieselben, wie in Königstuhl-Nebel-Liste Nr. 3. Die Aufsuchung, Vergleichung und Beschreibung, sowie die Einstellungen sind von dem Unterzeichneten, die Berechnungen im wesentlichen von Herrn P. Götz durchgeführt.

Königstuhl, April 1904. **Max Wolf.**

No.	Nachweis *)	A.R. 1875	Präz. 1900	N.P.D. 1875	Präz. 1900	Klasse	Größe	Helligkeit	P.W.	Vergleichung	Bemerkungen
1		12ʰ 10ᵐ 36ˢ.1	+3ˢ.04	65° 20′ 48″	+20″.0	I_1	S	pF		1 ⊃ 12	? W'
2		11 29.9	»	63 16 31	»	II_1	S	F			
3		11 38.4	»	64 13 44	»	I_1	cS	vF			
4		11 49.6	»	64 37 3	»	I_1	cS	pF		31 ⊃ 4. 4 > 31	
5		12 2.6	»	64 5 17	»	I_3	pL	! pF	150°		Af, p L N, s A b
6		12 6.7	»	64 56 24	»	I_1	S	F			
7 [1])		12 34.2	+3.03	61 48 42	»	II_2	S	vF			
8 [1])		12 39.4	»	62 10 32	»	II_2	pS	vF			v dif
9		12 39.7	+3.04	65 7 7	»	I_1	S	F			
10 [1])		12 47.4	+3.03	62 0 26	»	I_4	S	vF		10 ⊃ 8	
11		12 51.7	+3.04	64 0 32	»	I_1	S	vF		52 ⊃ 11	
12		12 52.1	»	65 0 40	»	I_1	S	F		12 ⊃ 9 ⊃ 6	
13		12 54.8	»	63 35 27	»	II	S	eF			
14	J. 777	13 6.3	+3.03	60 59 45	»	I_2	cS	F	140		2 W' 140—320
15		13 15.9	+3.04	63 43 12	»	I_1	S	F		15 ⊃ 22	
16	N. 4275	13 35.2	+3.03	61 41 3	»	I_1	cS	! pB			l g b M
17	J. 780	13 40.5	»	63 32 4	»	I_1	S	! pB		17 ⊃ 42	
18		13 46.8	»	64 20 57	»	II	S	eF	350		? ✱✱
19		13 47.3	»	61 19 50	»	II_1	cS	F	10	19 ⊃ 21, > 21	ll, e F N. ? A f
20	N. 4278	13 49.9	»	60 1 25	»	I_1	pL	!! B		20 ⊃ 235 ⊃ 224	
21		14 1.5	»	61 23 3	»	I_3	cS	F	45		Af
22		14 3.6	»	63 42 27	»	I_1	vS	vF			
23		14 6.1	»	63 44 44	»	I_1	S	! pB			
24 [1])		14 7.6	»	61 29 13	»	II_2	S	vF			
25		14 12.5	»	63 47 29	»	I_1	vS	vF		22 ⊃ 25	
26		14 17.9	»	63 8 3	»	II_1	vS	F		26 ⊃ 27	conn 27
27		14 20.2	»	63 8 26	»	II_1	vS	F			
28 [2])		14 25.8	»	59 57 38	»	I_1	pL	! pF	150		l
29		14 29.0	»	64 23 27	»	I_3	cS	! pF	40	29 ⊃ 5	p irr
30		14 34.8	»	63 52 36	»	I_1	vS	F		30 ⊃ 32 ⊃ 37	
31		14 37.8	»	64 38 16	»	I_1	S	! pB	140	31 ⊃ 29	l N
32		14 38.6	»	63 52 47	»	I_1	vS	F			
33 [1])		14 44.5	»	61 24 25	»	II_2	S	F			? ✱✱, ✱ 14 n p
34		14 51.3	»	64 10 22	»	I_1	vS	F			
35	N. 4295	14 53.0	»	61 8 29	»	I_1	S	F		35 ⊃ 14	neb ✱
36		15 0.0	»	63 29 55	»	II_2	S	vF			
37		15 8.4	»	63 51 47	»	I_1	vS	F			
38		15 13.8	»	62 56 22	»	II_2	S	eF			inv ✱ 15. ✱ 15 s f
39		15 20.1	»	62 32 44	»	II_1	S	vF		39 ⊃ 93	Ch pr
40		15 23.1	»	63 34 53	»	I_1	S	vF			

*) N = Dreyer's New General Catalogue, J = Dreyer's Indexcatalogue.

[1]) Wegen der Nähe des Plattenrandes ist sichere Beschreibung kaum möglich. [2]) Nachträglich durch Anschluß an 20 bestimmt.

No.	Nach-weis	A.R. 1875	Präz. 1900	N.P.D. 1875	Präz. 1900	Klasse	Größe	Hellig-keit	P.W.	Vergleichung	Bemerkungen
41 [1])		$12^h\ 15^m\ 27^s.0$	+3ˢ.03	62° 14′ 59″	+20″.0	II_2	S	cF		8) 41	
42		15 28.2	»	63 25 18	»	I_3	S	! pF	150°	42) 96, 96 > 42	Af, s A b
43		15 32.7	»	65 3 28	»	I_5	S	F		60) 46) 43	v l l
44		15 33.7	»	62 57 56	»	II_1	S	cF		44) 45	
45		15 33.8	»	62 56 42	»	II_1	S	cF		53) 45	
46		15 34.5	»	64 57 2	»	I_5	S	F	100	46) 6	Af?
47		15 45.0	+3.02	60 52 28	»	I_2	S	F		47) 48	
48		15 47.1	»	61 7 14	»	I_1	S	F		48) 64, 48 (76	v l g b M; diffic meas
49		15 50.1	+3.03	65 26 56	»	I_1	S	pF			✱ 12 att n p
50		15 52.4	+3.02	62 4 12	»	I_1	vS	vF			
51		15 53.3	+3.03	63 15 14	»	I_3	pS	! vF	95	2) 51	Af, p A b
52		15 54.4	»	64 1 13	»	I_1	vS	F		37) 52	
53		15 56.2	»	62 55 14	»	I_2	S	cF		44) 53	
54		15 58.0	»	63 21 13	»	I_2	vS	eF		36) 54, 54 = 58	
55		16 2.8	»	64 1 21	»	II_2	S	eF	120		v diffic
56 [1])		16 2.9	+3.02	60 28 31	»	III	cS	F		56 = 69	
57 [2])	N. 4310	16 10.3	»	60 5 48	»	I_3	pS	! pB	150		Af
58		16 18.0	+3.03	63 14 21	»	I_2	vS	vF		58 (144	neb ✱
59		16 18.2	»	65 13 17	»	II_2	S	F		59 = 46	
60		16 21.7	»	64 58 37	»	I_3	vS	F	150	60 (12	Af
61		16 23.3	+3.02	61 33 44	»	II_1	vS	F			? ✱, 2 simil s f
62		16 26.3	+3.03	64 29 13	»	II_2	S	pF			b M
63 [2])		16 30.6	»	64 52 49	»	I_1	eS	F			neb ✱
64		16 36.6	+3.02	61 11 42	»	I_1	S	F		48 > 64	
65		16 42.2	»	60 48 46	»	II_1	cS	F			ee F N, att ✱ 14 s p
66		16 52.1	»	62 24 5	»	I_1	vS	F		117) 66	
67		16 53.3	»	63 3 22	»	II_2	S	vF			
68		16 55.4	»	61 32 25	»	II_2	S	F	65		p dif, Z, l
69		16 58.3	»	60 24 49	»	I_3	pS	! F	170		Af, l
70		16 59.8	»	63 45 16	»	I_1	S	eeF			about 18 p def Neb',
71		17 1.2	»	63 51 36	»	II_2	S	eeF		71 > 70, 70) 71	l Ch from s to n
72		17 1.2	»	63 40 41	»	I_1	S	eeF			
73		17 2.0	»	63 39 10	»	I_1	S	eeF			
74		17 9.6	»	60 41 17	»	II_2	S	F			? Cl
75		17 32.0	»	61 54 51	»	II_2	S	F		75) 76, 76 > 75	? Cl sev N'
76		17 34.7	»	61 6 23	»	I_2	S	pF		76) 172	2ᵈ fainter s p, att
77		17 35.3	»	63 44 56	»	I_1	S	vF		77) 82) 84) 90	
78		17 48.5	»	61 52 34	»	II_2	S	eF			diffic meas
79		17 50.0	»	61 43 42	»	II_2	vS	vF		79 = 83	
80		17 51.9	+3.03	66 0 54	»	II_2	S	vF			✱ 13 att n

[1]) Wegen der Nähe des Plattenrandes keine sichere Beschreibung möglich. [2]) Nur in einer Lage gemessen.

No.	Nachweis	A.R. 1875	Präz. 1900	N.P.D. 1875	Präz. 1900	Klasse	Größe	Helligkeit	P.W.	Vergleichung	Bemerkungen
81		$12^h\ 17^m\ 57^s.5$	$+3^s.02$	63° 29′ 17″	+20″.0	I_1	vS	vF		81 ⊃ 84, 81 ⊃ 54	
82		17 59.1	»	63 44 35	»	?	cS	eF			p dif
83		17 59.3	»	61 53 0	»	II_1	S	vF		85 = 83	diffic meas
84		18 11.5	»	63 38 10	»	I_1	vS	eF			
85		18 12.1	»	62 5 42	»	I_2	S	vF		85 ⊃ 95	Ch s p
86		18 16.9	»	64 26 50	»	I_1	vS	! vF	25°	89 ⊃ 86	in long dif Neby
87		18 17.3	»	65 33 26	»	II_2	S				p R
88		18 20.3	»	64 42 45	»	II_2	cS	eF			in dif Neby
89		18 22.8	»	64 21 28	»	I_1	vS	vF			
90		18 33.2	»	63 42 32	»	?	cS	eF			p dif
91		18 33.5	+3.01	60 35 57	»	I_1	S	cF		91 = 94, 94 > 91	
92		18 41.1	+3.02	64 55 22	»	I_1	S	cF			neb ✱ 13, ✱ 13 s p
93		18 42.5	»	62 32 18	»	I_2	vS	vF		144 ⊃ 93	neb N in p L dif Neby
94	N. 4375	18 45.4	+3.01	60 44 52	»	I_2	pS	cF		94 ⊃⊃ 101	
95		18 47.7	»	61 55 56	»	I_2	vS	vF		83 ⊃ 95	
96		18 48.7	+3.02	63 20 56	»	I_3	pS	! pF	80	96 ⊃ 208, 208 > 96	Af
97		18 54.1	»	63 25 42	»	II_2	vS	eF		81 ⊃ 97	
98		18 55.6	»	63 52 58	»	I_4	S	eF			
99		18 56.7	+3.01	61 54 16	»	II_1	vS*	vF		95 = 99	
100		19 2.5	+3.02	62 35 32	»	I_3	cS	! F	70		Af
101		19 5.3	+3.01	60 55 33	»	I_2	pS	F			
102		19 12.9	+3.02	65 43 31	»	I_1	S	eF			v diffic
103		19 14.5	»	65 43 1	»	I_1	S	vF		103 ⊃ 102	
104		19 20.1	»	63 8 39	»	I_2	vS	eF			? Neb
105		19 22.5	»	63 57 53	»	I_5	S	eF		98 ⊃ 105	
106		19 30.5	»	63 13 29	»	I_2	vS	vF			? ✱✱
107		19 33.1	+3.01	61 45 53	»	I_1	vS	cF			neb ✱ att 111
108		19 33.6	»	62 34 6	»	I_2	vS	cF		108 ⊃ 128, 128 > 108	com
109		19 34.8	+3.02	65 24 41	»	I_4	S	F		109 ⊃ 110, 109 > 110	
110		19 35.9	»	65 32 21	»	II_2	S	F	35	110 ⊃ 126	H
111	N. 4393	19 36.1	+3.01	61 44 40	»	III	cL	! F		111 > 112, 111 = 153	dif, I b M
112		19 40.8	»	61 44 40	»	II	S	vF		112 > 124	112 att 111
113		19 49.3	+3.02	64 1 39	»	II_1	vS	vF		113 ⊃ 118	
114		19 55.2	+3.01	60 50 27	»	I_1	pS	vF		114 ⊂ 120	
115	N. 4408	20 2.7	»	61 26 9	»	I_1	vS	cF		115 ⊃ 107	att ✱ 14 s f
116		20 3.6	»	63 10 44	»	I_2	vS	eF			? Neb
117		20 4.6	»	62 28 8	»	I_1	vS	pB		117 ⊃ 108	
118		20 5.6	+3.02	63 59 46	»	I_2	vS	eF		118 ⊃ 105, 118 = 138	
119		20 6.5	»	63 25 14	»	I_2	vS	F		119 = 202	W'
120		20 8.6	+3.01	61 33 38	»	III	cS	vF		120 ⊃ 124	
121		20 12.4	»	62 10 7	»	I_2	vS	vF			neb ✱

No.	Nachweis	A.R. 1875	Präz. 1900	N.P.D. 1875	Präz. 1900	Klasse	Größe	Helligkeit	P.W.	Vergleichung	Bemerkungen
122		$12^h\ 20^m\ 16^s.8$	$+3^s.02$	64° 56′ 18″	+20″.0	II_2	S	eF		122 ⊃ 88	W'
123		20 22.7	»	63 41 0	»	II_2	vS	eF		130 ⊃ 123	
124		20 26.5	+3.01	61 42 6	»	II_1	S	eF			
125		20 26.8	»	61 23 40	»	II_2	S	eF		120 ⊃ 125	
126		20 34.9	+3.02	65 48 33	»	II_1	S	F			✱ 14 n p cca 25″
127		20 35.2	+3.01	63 15 35	»	II_2	vS	eF			
128		20 39.2	»	62 37 2	»	I_2	vS	F			
129	J. 791	20 42.4	+3.02	66 40 2	»	I_1	cS	cF			Z'
130		20 49.5	+3.01	63 44 39	»	I_1	vS	vF			
131		20 55.3	»	62 21 0	»	I_4	vS	F			att similar n p
131a[1]	N. 4426	20 55.3	»	61 28 36	»						✱
131b[1]	N. 4427	20 55.4	»	61 28 0	»						✱
132		21 9.0	»	64 1 16	»	I_2	vS	vF	130°		l N
133		21 12.4	»	63 51 17	»	II_2	cS	F	120		Z
134		21 26.1	»	61 56 32	»	I_4	vS	F			att ✱ 14 s p
135		21 35.7	»	62 18 50	»	I_1	S	! pB		135 ⊃ 117	
136		21 36.3	»	64 21 59	»	I_1	vS	pF		136 ⊃ 146, 136 ⊃ 89	
137		21 51.2	»	62 38 6	»	I_2	vS	F		128 ⊃ 137 ⊃ 150	△ ✱ 15 ✱ 12
138		21 57.3	»	64 13 8	»	II_2	vS	eF		132 ⊃ 138, 138 = 147	
139		21 59.5	»	63 52 35	»	I_1	pS	eF			p dif
140	N. 4448	22 1.8	+3.00	60 41 13	»	I_3	cL	!! cB	90		Af
141		22 5.0	»	61 18 44	»	II_2	S	vF			v i F
142		22 9.8	»	61 27 46	»	II_2	S	vF	00	142 = 125, 120 ⊃ 142	l
143		22 12.8	+3.01	64 29 56	»	I_1	vS	vF		143 > 136, 146 ⊃ 143	
143a[2]	J. 795	22 15.7	+3.02	66 0 12	»	I_1	S	pB			R, g b M
144		22 26.9	+3.01	62 30 37	»	I_2	S	F		144 ⊃ 93, 144 ⊃ 58	
145	N. 4455	22 27.9	+3.02	66 29 6	»	I_3	pL	! pB	30		Af, s A b, v l N
146		22 29.0	+3.01	64 16 26	»	I_1	vS	vF		146 ⊃ 147	
147		22 29.5	»	64 15 33	»	I_1	vS	vF			similar fainter n
148		22 31.3	»	63 34 36	»	II_2	S	F		148 ⊃ 149	v i F
149		22 41.0	»	63 36 44	»	I_1	vS	vF			
150		22 44.3	+3.00	62 50 53	»	I_1	vS	vF			
151		22 46.1	»	60 26 31	»	II_2	cL	vF	10		l, ✱ n p, ? conn
152		22 46.1	+3.01	64 40 34	»	I_3	S	cF		152 ⊃ 143 ⊃ 155	p R
153		22 48.6	+3.00	61 39 58	»	I_2	S	cF		153 ⊇ 195	
154		22 49.9	»	61 31 46	»	I_3	cS	! cF	150	154 ⊃ 153, 115 ⊃ 154	? spiral
155		22 57.0	+3.01	64 43 28	»	II_2	S	eF	20		l l, Neby s f
156		23 7.7	+3.00	62 32 20	»	I_2	vS	F		144 ⊇ 156, 144 > 156	? neb ✱
157		23 23.9	»	63 4 41	»	I_1	cS	! F			Cl
158		23 29.4	+3.01	64 54 5	»	II_2	pS	eF	130		l

[1]) Die Objekte 131a und 131b entsprechen den beiden daneben angegebenen N.G.C. Nebeln von d'Arrest und Bigourdan und erscheinen auf den Platten nicht neblig, sondern als Doppelstern; Pos. am parall. M. A. ausgemessen. [2]) Dieser Nebel ist nachträgl. mit dem parall. M. A. ausgemessen.

No.	Nachweis	A.R. 1875	Präz. 1900	N.P.D. 1875	Präz. 1900	Klasse	Größe	Helligkeit	P.W.	Vergleichung	Bemerkungen
159	N. 4475	$12^h 23^m 33^s.8$	$+3^s.00$	$62^\circ\ 3'\ 52''$	$+20''.0$	I_2	pS	! cF			? Cl
160		23 51.8	+3.01	65 38 3	»	I_1	S	F			
161		23 52.4	»	65 45 51	»	II_1	S	vF		161 > 160, 160 ⊃ 161	
162		24 45.3	+3.00	63 41 53	+19.9	II_2	cS	vF			i F, sev N'
163		24 52.3	+2.99	60 27 17	»	I_2	S	F		163 ⊃ 168	
164		25 1.1	»	61 45 39	»	I_2	vS	vF		153 ⊃ 164	Ch s f
165		25 9.0	+3.00	63 23 44	»	II_2	vS	eF	170°		l
166	N. 4494	25 9.9	»	63 32 5	»	I_1	pL	!! vB			g b M
167		25 11.2	»	62 30 5	»	I_2	vS	vF			?
168		25 11.6	+2.99	60 27 13	»	I_2	S	F			
169		25 25.5	»	61 48 48	»	II_2	S	F		153 = 169	p dif, att ✱ 11 n
170		25 30.1	+3.00	63 31 30	»	II_2	S	eF			
171		25 30.9	+2.99	60 57 8	»	II_2	pS	vF			?? l
172		25 31.4	»	61 9 44	»	I_2	S	F		172 ⊃ 180	
173		25 37.3	»	61 55 16	»	II_2	S	F	100		l
174		25 46.7	+3.00	63 18 15	»	I_2	vS	eF		174 = 175 = 170	
175.		25 57.1	»	63 30 23	»	I_5	S	eF	50		
176		26 4.7	»	64 34 55	»	II_2	S	eF	130		l
177		26 24.9	»	63 16 7	»	I_2	vS	vF			
178		26 27.1	»	63 54 15	»	II_2	vS	vF	20	178 ⊂ 189	i F
179		26 28.5	+2.99	62 28 52	»	I_3	S	vF	90		? Af
180		26 48.5	»	61 28 42	»	I_2	S	vF		183 ⊃ 180	
181		26 55.3	»	62 57 37	»	I_1	S	F		181 = 212 = 44	
182		26 56.1	»	62 12 56	»	II_2	S	F	0	182 = 183	l
183		27 1.4	»	61 43 32	»	II_1	vS	vF		183 ⊃ 196	neb ✱, ✱ 15 n p
184		27 3.6	»	62 30 9	»	II_1	cS	vF			diffic, N 15 inv
185		27 5.9	»	62 32 59	»	II_2	cS	vF	140	187 ⊃ 185, 185 = 188	p l, ✱ 15 s inv
186		27 15.3	»	63 49 14	»	I_1	vS	vF		203 ⊃ 186	
187		27 16.2	»	62 34 21	»	II_2	S	vF	60	187 ⊃ 188, 187 = 200	? Af
188		27 29.7	»	62 41 51	»	II_2	S	eF			Ch'
189		27 51.2	»	63 56 53	»	II_2	vS	vF	40	189 ⊃ 186, 189 ⊂ 203	i F
190		27 54.4	»	62 38 22	»	I_2	S	! cF			
191		27 57.4	»	61 57 43	»	II_1	S	vF			in l Ch of F Neb'
192		27 57.7	»	61 56 52	»	»	»	»			»
193		27 59.4	»	61 58 50	»	»	»	»			»
194		28 3.4	»	62 36 39	»	I_2	vS	vF		194 ⊃ 200	
195		28 4.1	»	61 26 53	»	II_2	S	F	70		ll
196		28 4.9	»	61 51 32	»	II_1	S	vF	80		l, ? Af
197		28 27.7	»	63 37 33	»	I_1	vS	F		197 ⊃ 199 ⊃ 203	
198		28 29.7	»	63 9 8	»	I_1	vS	F		198 ⊃ 177, 198 ⊂ 202	neb ✱
199		28 37.0	»	63 36 43	»	I_1	vS	F			

No.	Nachweis	A.R. 1875	Präz. 1900	N.P.D. 1875	Präz 1900	Klasse	Größe	Helligkeit	P.W.	Vergleichung	Bemerkungen
200		$12^h 28^m 44^s.4$	+2ˢ.99	62° 41′ 3″	+19″.9	I_2	vS	vF			
201		28 44.6	»	63 25 48	»	I_2	vS	vF			
202		28 48.3	»	63 31 53	»	I_1	vS	pF		202) 201	
203		28 57.9	»	63 34 44	»	I_1	vS	F			
204		29 0.2	»	62 46 38	»	II_2	S	vF	150°	204) 200	curved, l
205		29 3.0	»	63 4 30	»	II_2	S	eF			
206		29 6.2	+3.00	65 19 40	»	I_1	S	eF			✱ 13 s p, gr e F Neb'
207		29 8.5	»	65 20 10	»	I_4	S	eF		206) 207	✱ 14 n p
208	N. 4562	29 22.1	+2.99	63 27 38	»	I_3	pL	!pF	50	202) 208, 208 >> [202	Af, ? N
209		29 28.0	»	63 1 20	»	II_2	S	vF	150		dif E
210	N 4555	29 29.2	»	62 49 42	»	I_1	vS	vF		210) 221, 210 = 266	
211		29 29.3	»	62 47 16	»	I_1	S	!pB		166)) 211, 211) 190	
212		29 29.6	»	63 5 18	»	I_2	S	!F	150		? Af
213	N. 4556	29 34.0	+2.98	62 24 8		I_1	S	!pF		213 > 135, 213 (135	
214		29 37.0	»	62 58 52	»	II_2	vS	vF	70	214 = 216	l l
215 [1]	N. 4557	29 38.1	»	62 15 24		I_1		F			? neb ✱, bet 2 ✱
216		29 38.8	»	62 54 54	»	I_2	vS	vF		216 = 210	
217	N. 4558	29 41.0	»	62 19 8	»	I_1	S	F		217) 225	
218		29 41.1	»	61 22 40	»					229) 218	N in 224
219		29 42.6	»	61 20 45	»					219) 223) 220	N in 224
220		29 42.7	»	61 18 55	»						N in 224
221		29 43.7	»	63 7 2	»	I_1	vS	vF		221) 209, 209 > 221	
222		29 44.3	»	61 22 58	»						N in 224
223		29 45.2	»	61 19 13	»						N in 224
223a [2]		29 45.8	+2.99	63 14 3	»						
224	N. 4559	29 46.7	+2.98	61 21 10	»	I_3	vL	!!!pB	140		Af, spiral, B centr N
225		29 47.0	»	62 20 42	»	I_1	S	F		225) 227	
226		29 51.9	»	62 19 24	»	I_1	vS	vF			
227		29 52.3	»	62 13 58	»	I_1	vS	vF		227) 226	
228		29 53.1	»	62 24 42	»	I_1	vS	eF		239) 228, 213) 239	neb ✱
229		29 56.2	»	61 23 5	»						N in 224
230		29 57.3	»	61 23 6	»						N in 224
231		30 0.7	»	62 33 24	»	I_3	S	vF	140	156) 231	? Af, ? Ch of ✱'
232 [3]	N. 4563	30 1.3	»	62 22 12	»	I_1	vS	F			R, m b M
233		30 4.8	+2.99	65 13 59	»	II_2	S	eF			v irr, ✱ 13 n pr
234 [4]		30 8.2	»	63 13 35	»	II_2	S	eF			
235 [2]	N. 4565	30 8.3	»	63 19 28	»	I_3	eL	!!!pB	145	166) 235	B N, Z', many F N'
236 [4]		30 21.0	»	63 12 30	»	II_2	S	eF		236) 234 = 244	Z'
237		30 24.9	»	64 53 0	»	I_3	S	pB	50		ell, N
238 [4]		30 25.0	+2.98	63 4 32	»	I_2	vS	F		238) 236	com

[1] Dieses Objekt ist kaum als Nebel zu erkennen, sieht genau wie ein Stern aus; am parall. M.A. ausgemessen. [2] No. 223a, 235 und 239a geben Nordwestende, Mitte und Südostende desselben Nebels. [3] Am parall. M.A. ausgemessen. [4] Hier viele aber e F Neb'

No.	Nachweis	A.R. 1875	Präz. 1900	N.P.D. 1875	Präz. 1900	Klasse	Größe	Helligkeit	P.W	Vergleichung	Bemerkungen
239		$12^h\ 30^m\ 28^s.5$	$+2^s.98$	62° 28′ 56″	$+19''.9$	I_1	S	cF			neb ✱
239a')		30 28.6	+2.99	63 23 58	»						
240		30 37.5	+2.98	61 45 40	»	I_1	S	vF	120°	240 (241	l, ✱ 15 n f
241		30 39.4	»	62 1 52	»	II_2	S	vF	130	241 = 196	l, vi F
242		30 42.8	»	61 26 58	»	I_2	S	pF	140	242) 243	? Af
243		30 43.1	»	61 33 44	»	II_1	S	pF			
244		30 45.1	»	63 11 50	»	II_2	vS	eF	5	244 = 234	l
245		30 52.5	+2.99	65 31 20	»	II_2	S	eF		247) 245	
246		31 7.3	+2.98	62 47 27	»	II_2	S	vF		210) 246	W', nr a ✱✱
247		31 10.7	+2.99	65 26 52	»	I_1	S	eF			
248		31 10.8	+2.97	61 6 9	»	II_1	vS	pB			
249		31 30.0	+2.98	62 36 17	»	I_1	S	cF		252) 249	
250		31 30.2	»	62 10 56	»	I_2	vS	F		250 = 217	neb ✱
251	N. 4585	32 3.8	+2.97	60 22 24	»	I_3	cS	pF	90		Af
252		32 36.3	+2.98	62 26 19	»	II_2	S	eF			v i F
253		32 51.0	»	63 0 36	»	I_2	pS	eF		221) 253	dif, g b M
254		33 6.4	+2.97	62 38 6	»	I_1	vS	F		254) 249, 249) 194	
255		33 6.8	+2.98	65 10 23	»	I_3	cS	vF	160		? Af, F N, ?
256		33 7.8	+2.97	61 24 9	»	II_1	S	F	150		l l
257		33 17.1	»	62 12 35	»	I_1	S	cF		257 = 250	
258		33 21.0	+2.98	63 38 6	»	I_2	S	vF	170		E
259		33 22.0	+2.97	61 48 55	»	II_1	S	F		256) 259	
260		33 28.1	»	63 4 17	»	I_1	S	eF		253 = 260	
261		33 35.6	+2.98	63 52 51	+19.8	I_1	vS	vF	80		l l, ? ✱✱
262		33 50.0	+2.97	62 37 48	»	II_2	cS	eF	130		Ch dif Neb'
263		34 15.0	»	62 47 17	»	I_2	S	F	40	263) 265	v F Neb I_4 n p 30″ cca
264		34 15.4	»	62 34 55	»	II_2	cS	vF		264) 262	dif
265		34 26.3	»	62 48 20	»	II_2	S	vF	20	265) 268	l
266		34 27.5	»	62 46 18	»	I_1	vS	F		267 = 266, 266) 263	
267		34 28.3	»	62 47 14	»	I_3	S	F	65		Af
268		34 38.0	»	62 50 18	»	I_2	vS	eF			
269		34 42.9	»	62 35 7	»	I_4	cS	pF	170	269) 267	l N, W'

PUBLIKATIONEN
DES
ASTROPHYSIKALISCHEN INSTITUTS
KÖNIGSTUHL-HEIDELBERG

BAND II. No. 4.

Beobachtungen veränderlicher Sterne.

Die folgenden Beobachtungen veränderlicher Sterne sind genau in der in Band I dieser Publikation angegebenen Art weitergeführt. Von der dort gewählten Form der Veröffentlichung mußte wegen der großen Anzahl von Vergleichsternen, an die jeder Variable angeschlossen ist, abgesehen werden. Die Beobachtungshefte sind in der alten Weise geführt; etwa aus der Umschreibung hervorgegangene Fehler konnten bei der Ableitung der genäherten Größen und der damit verbundenen Kontrolle korrigiert werden.

Die zur Reduktion der Beobachtungen benutzten Größen der Vergleichsterne sind der Potsdamer Durchmusterung (P.D.) entnommen, die in den bisher veröffentlichten Teilen noch nicht vorkommenden der Harvard Photometry (H.P.). Für die teleskopischen Veränderlichen sind die Größen der Vergleichsterne nach den Hagen'schen Karten angesetzt (H_{1-3}).

Der Stufenwert der ersten Beobachtungen aus 1902 und Anfang 1903 ist sehr groß. Da aber bei diesen Beobachtungen noch Beträge bis zu zwei Zehntelstufen herab geschätzt sind, so ist der wahre Wert des (später = 1 gesetzten) geringsten noch wahrgenommenen Intensitätsunterschieds nicht viel größer als bei den späteren Schätzungen. Der in den bis 1902 zurückreichenden Reihen vorkommende plötzliche Übergang zu einem numerisch kleineren Stufenwert ist daher nur formal und unabhängig von den wohl nebenhergehenden, physiologisch begründeten Änderungen in der Auffassung der kleinsten Helligkeitsdifferenzen.

Zu einzelnen der Reihen ist folgendes zu bemerken:

β Persei ist meist außerhalb der Minima geschätzt. Ein einziges durchbeobachtetes Minimum 1904 März 18 lag wegen des tiefen Standes von Perseus am Westhorizont sehr ungünstig.

Die regelmäßige Verfolgung von *ε* Aurigae wurde nach der Bearbeitung dieses Veränderlichen von Herrn Ludendorff aufgegeben. Die ersten Beobachtungen fallen noch in das aufsteigende Licht. Von März 1904 an hatte der Stern wieder seine normale Helligkeit.

Die Reihe von *R* Serpentis bricht an einer sehr ungünstigen Stelle ab. Es bleibt infolgedessen dahingestellt, ob das Maximum, wie angedeutet, schon im Juli eingetroffen ist.

Sicher ist bei *T* Herculis das Maximum nach der berechneten Zeit April 10 konstatiert. Der Variable war zu dieser Zeit noch in aufsteigendem Licht, das Maximum dürfte anfangs Mai eingetreten sein.

Ebenso verspätet zeigen meine Beobachtungen das Maximum von *T* Ursae majoris im Juni 1904.

Von *R* Coronae sind aus 1903 vereinzelte Schätzungen vorhanden. Im Mai und August hatte er seine normale Helligkeit. Eine Schätzung 1903 Juni 26 gibt ihn schwächer als B.D. $+28^{\circ}.2469$, also ungefähr achter Größe. Vom 14. März bis 16. Juni 1904 wurde er dann regelmäßig verfolgt, ohne daß sich bemerkenswerte Schwankungen ergaben. Er war während der ganzen Zeit im Maximum.

Königstuhl, November 1904 **P. Götz.**

α Cassiopeiae

Vergleichsterne: β Andromedae = β' Größe = 2.33 P.D.
γ Cassiopeiae 2.47 »
β » 2.58 »
δ » 2.98 »
ε » 3.40 H.P.

1902/03	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.	1904	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.
Sept. 26	11^h25^m	1	$\gamma\ 0\ \beta\ 0.2\ \alpha\ 0.3\ \delta\ 0.4\ \varepsilon$	2.6	Jan. 10	9^h29^m	2	$\alpha\ 2\ \gamma\ 1\ \beta\ 2\ \delta\ 3\ \varepsilon$	2.1
Okt. 1	9 35	1	$\gamma\ 0\ \beta\ 0\ \alpha\ 0.5\ \delta\ 0.5\ \varepsilon$	2.5	11	10 42	4	$\gamma\ 0\ \alpha\ 2\ \beta\ 3\ \delta\ 6\ \varepsilon$	2.4
21	10 52	1 M_3	$\gamma\ 0\ \beta\ 0\ \alpha\ 1\ \delta\ 1\ \varepsilon$	2.5	Mai 9	12 10	2 W	$\alpha\ 1\ \gamma\ 1.5\ \beta\ 3.5\ \delta$	2.3
23	10 5	1	$\gamma\ 0\ \beta\ 0\ \alpha\ 1\ \delta\ 1\ \varepsilon$	2.5	11	12 13	2	$\alpha\ 0\ \gamma\ 1\ \beta\ 3.5\ \delta$	2.4
24	10 5	1	$\gamma\ 0\ \beta\ 0.2\ \alpha\ 1\ \delta\ 1\ \varepsilon$	2.6	13	12 17	2	$\alpha\ 0.5\ \gamma\ 1.5\ \beta\ 3.5\ \delta$	2.4
25	9 50	1	$\gamma\ 0\ \beta\ 0.1\ \alpha\ 1\ \delta\ 0.8\ \varepsilon$	2.6	15	12 24	1	$\alpha\ 0\ \gamma\ 2\ \beta\ 5\ \delta$	2.5
29	11 7	3	$\gamma\ 0\ \beta\ 0.5\ \alpha\ 0\ \delta\ 0.5\ \varepsilon$	2.9	16	12 9	1 Ci	$\gamma\ 1\ \alpha\ 2\ \beta\ 4.5\ \delta$	2.5
Nov. 2	10 5	2	$\gamma\ 0\ \beta\ 0.5\ \alpha\ 0\ \delta\ 1\ \varepsilon$	2.9	17	11 24	1 W	$\gamma\ 2\ \alpha\ 0\ \beta\ 3\ \delta$	2.6
22	9 40	2	$\gamma\ 0\ \beta\ 0\ \alpha\ 0.5\ \delta\ 0.5\ \varepsilon$	2.5	19	12 22	2	$\gamma\ 0\ \alpha\ 2\ \beta\ 3.5\ \delta$	2.5
Dez. 22	6 46	2	$\gamma\ 0\ \beta\ 0\ \alpha\ 0.3\ \delta\ 0.4\ \varepsilon$	2.5	Juni 4	10 55	4	$\alpha\ 1.5\ \gamma\ 1\ \beta\ 1.5\ \delta$	2.1
23	8 25	1	$\gamma\ 0\ \beta\ 0\ \alpha\ 0.5\ \delta\ 0.5\ \varepsilon$	2.5	11	11 23	2	$\alpha\ 1\ \gamma\ 1\ \beta$ (?)	2.4
					13	10 52	3	$\alpha\ 1\ \beta\ !\ 0.5\ \gamma\ 3.5\ \delta$	2.3
Jan. 6	9 7	Ci, M_2	$\gamma\ 0\ \beta\ 0\ \alpha\ 0.5\ \delta\ 0.5\ \varepsilon$	2.5	14	11 51	1	$\alpha\ 0\ \gamma\ 2\ \beta\ 1.5\ \delta$	2.4
14	6 3	2	$\gamma\ 0\ \beta\ 0\ \alpha\ 1\ \delta\ 1\ \varepsilon$	2.5	16	11 57	1 W	$\alpha\ 1\ \gamma\ 1.5\ \beta\ 3.5\ \delta$	2.3
15	6 26	2	$\gamma\ 0.2\ \beta\ 0\ \alpha\ 0.5\ \delta\ 0.5\ \varepsilon$	2.6	17	10 38	2 π	$\gamma\ 1\ \alpha\ 2\ \beta\ 2.5\ \delta$	2.5
17	9 43	1 St	$\gamma\ 0.5\ \beta\ 0\ \alpha\ 1\ \delta\ 1\ \varepsilon$	2.5	19	11 0	3 M_1	$\gamma\ 1.5\ \alpha\ 1\ \beta\ 2\ \delta$	2.6
19	8 37	1	$\gamma\ 0\ \beta\ 0\ \alpha\ 0.5\ \delta\ 0.5\ \varepsilon$	2.5	20	11 40	4	$\gamma\ 0\ \alpha\ 2\ \beta\ 3\ \delta$	2.4
21	9 24	3	$\gamma\ 0\ \beta\ 0.5\ \alpha\ 1\ \delta\ 0.5\ \varepsilon$	2.7	21	11 21	1 M_1	$\gamma\ 0\ \alpha\ 2\ \beta\ 3.5\ \delta$	2.5
27	9 22	2	$\gamma\ 0.5\ \beta\ 0\ \alpha\ 1\ \delta\ 1\ \varepsilon$	2.5	23	10 56	3 M_2	$\gamma\ 0\ \alpha\ 2\ \beta\ 4\ \delta$	2.4
31	9 42	2	$\gamma\ 1\ \beta\ 0\ \alpha\ 1\ \delta\ 1\ \varepsilon$	2.7	24	10 11	1 M_2	$\gamma\ 0\ \alpha\ 2\ \beta\ 4\ \delta$	2.4
Febr. 4	9 41	2 M_2	$\gamma\ 1\ \beta\ 0\ \alpha\ 1\ \delta\ 1\ \varepsilon$	2.7	28	10 37	1 M_3	$\gamma\ 1\ \alpha\ 1\ \beta\ 2.5\ \delta$	2.5
19	10 14	1	$\alpha\ 0.1\ \gamma\ 0.4\ \beta\ 1.5\ \delta\ 1\ \varepsilon$	2.4	29	11 13	1 M_3	$\alpha\ 1\ \gamma\ 1.5\ \beta\ 3\ \delta$	2.5
März 22	9 52	1	$\gamma\ 1\ \beta\ 0\ \alpha\ 2\ \delta\ 1\ \varepsilon$	2.6	Juli 6	11 56	1	$\gamma\ 1\ \alpha\ 2.5\ \beta\ 3.5\ \delta$	2.5
Juni 23	12 5	3 W ?	$\alpha\ 1\ \gamma\ 1\ \beta\ 2\ \delta\ 3\ \varepsilon$	2.3	7	12 29	1	$\gamma\ 0\ \alpha\ 2\ \beta\ 2.5\ \delta$	2.4
26	12 45	2	$\alpha\ 0\ \gamma\ 1\ \beta\ 2\ \delta\ 2\ \varepsilon$	2.4	16	11 6	1	$\alpha\ 2\ \gamma\ 1\ \beta\ 2.5\ \delta$	2.2
Juli 1	12 2	1	$\gamma\ 1\ \alpha\ 0\ \beta\ 3\ \delta\ 2\ \varepsilon$	2.6	17	10 56	2	$\alpha\ 1\ \gamma\ 1\ \beta\ 2.5\ \delta$	2.3
2	12 7	1	$\gamma\ 1\ \alpha\ 1\ \beta\ 2\ \delta\ 2\ \varepsilon$	2.5	19	11 53	1	$\alpha\ 1\ \gamma\ 1.5\ \beta\ 2\ \delta$	2.3
Aug. 25	10 25	3	$\gamma\ 1\ \alpha\ 1\ \beta\ 1\ \delta\ 2\ \varepsilon$	2.5	29	10 2	2 M_3	$\alpha\ 1\ \gamma\ 1\ \beta\ 2.5\ \delta$	2.3
27	12 5	1	$\gamma\ 1\ \alpha\ 1\ \beta\ 2\ \delta\ 3\ \varepsilon$	2.5	Aug. 2	10 11	2	$\alpha\ 0\ \gamma\ 2\ \beta\ 2.5\ \delta$	2.4
30	12 13	1	$\gamma\ 1\ \alpha\ 1\ \beta\ 1\ \delta\ 2\ \varepsilon$	2.5	3	11 58	1 M_2	$\beta'\ 1\ \alpha\ 2.5\ \beta\ 2\ \delta$	2.4
Nov. 14	10 46	2 W ?	$\gamma\ 1\ \beta\ 1\ \alpha\ 3\ \delta\ 3\ \varepsilon$	2.7	16	11 58	1	$\beta'\ 2\ \alpha\ 2\ \beta\ 2.5\ \delta$	2.5
Dez. 7	7 14	2	$\gamma\ 1\ \beta\ 2\ \alpha\ 1\ \delta\ 3\ \varepsilon$	2.9	30	8 45	1	$\beta'\ 0.5\ \gamma\ 1\ \alpha\ 2\ \beta\ 2\ \delta$	2.5

R Trianguli

Vergleichsterne: H_3 906 No. 1 = a Größe = 5.7 P.D.

2 = b	5.9	»
4 = c	7.2	H.
8 = d	7.8	»
10 = e	8.1	»
17 = f	9.1	»
18 = g	9.3	»
20 = h	9.4	»
29 = i	10.2	»

1903	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.	1903/04	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.
Jan. 18	10^h20^m	1	c 1 R o d 1 e	7.7	März 20	8^h26^m	3	a 1 R 1 c 2 d	6.3
19	9 12	1	c 1 R o d 1 e	7.7	Aug. 27	11 26	1	f = R, g 1 R 1 h, g 1 R 2 i	9.3
21	11 25	3	c 1 R o d 1 e	7.7	30	11 33	1 [1])	g o R 1 f 2 h 2 i	9.1
27	8 41	2	a 2 c o R 1 d 1 e	7.0					
31	9 58	2	a 1 c 1 R 2 d 1 e	7.0	Aug. 3	11 22	1	a 1 R 2.5 b 1 c	5.7
Febr. 19	10 1	1	a 1 R 2 c 2 d	6.1	16	12 59	1	a o R 2 b 3 c	5.5

[1]) Objektiv beschlagen?

β Persei

Vergleichsterne: α Persei Größe = 2.17 P.D.

γ Andromedae = γ'	2.37	»
ε Persei	3.16	»
γ »	3.18	»
β Trianguli = β'	3.31	»
δ Persei	3.32	»
κ »	4.02	»
ν »	4.03	»
π »	4.88	»

1902/03	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.	1904	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.
Sept. 23	9^h25^m	1	δ 0 β 0.5 ν 0.5 κ 1 π	3.5	Jan. 10	9^h41^m	2	α 3 β 5 ε 1 δ 2 ν	2.6
Nov. 2	10 0	2	β 1 δ 0.5 ν 0.5 κ 1 π	2.8	10	10 41	3	α 3 β 7 δ 3 ν	2.6
22	9 30	2	β 0.8 δ 0.7 ν 0.5 κ 1 π	3.0	11	8 19	4	α 5 β 8 δ 4 ν	2.7
Dez. 22	6 35	2	α 0.1 γ' 0 β 0.5 δ 1 κ 0.5 π	2.4	März 18	7 46	2 D	γ 4 β 1 δ 3 ν	3.4
23	6 40	2	γ' 0.2 β 0.2 δ 0.3 ν 0.5 κ 0.5 π	2.9	18	8 2	2	δ 1 β 5 ν	3.4
					18	8 12	2	ε 3 β 4 ν	3.5
Jan. 14	5 58	2	β 0.5 γ' 0.5 δ 1.5 ν 0.5 κ 0.5 π	2.4	18	8 19	2	γ 3 δ 4 β 3 ν	3.7
15	6 20	1	β 0.3 γ' 0.7 δ 1.5 ν 0.5 κ 0.5 π	2.5	18	8 23	2 Cl?	γ 2 δ 5 β 3 ν	3.7
21	9 31	3	α 0 β 1.5 δ 1.5 ν 0 κ 1 π	2.6	18	9 23	2 h	δ 4 β 3 ν	3.7
27	9 1	2	α 1 β 2 δ 1 κ 1 π	2.8	18	9 40	2 h	δ 3 β 4 ν	3.6
Febr. 19	10 20	1	α 2 β 1 δ 0.5 κ 0.5 π	3.3	18	10 3	2 h	δ 2 β 5 ν	3.5
Aug. 25	11 15	3	α 1 β 2 δ 1 ν	2.6	18	10 29	3 h, W	ε 3 β 2 δ	3.3
27	12 12	1	α 1 γ' 0 β 1 δ 1 κ 1 π	2.6	20	9 34	1	α 3 β 5 δ	2.7
30	12 0	1	α 2 γ' 0 ? β 2 δ 1 κ 1 π	2.7	Juli 7	13 35	1 M_4	α 2 β 2.5 γ	2.6
Nov. 14	11 1	2 W	α 0.5 β 1 γ' 1 ε 1 β' 1 δ 3 ν	2.3	16	12 55	1	α 3.5 β 3 γ 0.5 δ	2.7
Dez. 7	6 35	2	α 3 β 2 ε 0.5 β' 0.5 δ 1 ν	2.6	19	12 7	1	α 5 β 2.5 γ 1.5 δ	2.8
7	7 35	1 M_2	α 2 β 2 ε 1 β' 0 γ 1 δ 2 ν	2.4	Aug. 16	13 23	1	γ' 4 β 3 γ 1 δ	2.8

ε Aurigae

Vergleichsterne:		Größe	
β Aurigae		= 2.23	P.D.
ι	»	2.86	»
ϑ	»	2.88	»
ε Persei = ε'		3.16	»
η Aurigae		3.47	»
ζ	»	3.86	»
λ	»	4.84	»

1902/03	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.	1903/04	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.
Dez. 22	$10^h 41^m$	2	β 0.2 ι 0.8 η 0.5 ε 0 ζ 1 λ	3.9	Febr. 18	$11^h 0^m$	1	β 1 ? ι 3 ε 1 η 3 ζ	3.3
23	8 41	1	β 1 ι 0.5 η 0.5 ε 0 ζ 1.5 λ	3.8	19	10 7	1	ι 2 ε 0 η 1 ζ	3.5
					März 20	8 50	3	β 3 ι 3 ε 1 η 2 ζ	3.3
Jan. 6	9 49	Ci, M_3	β 1 ι 0.8 η 0.2 ε 0.5 ζ 1 λ	3.5	22	9 59	1	ι 3 ε 1 η 1 ζ	3.4
14	6 13	2 M_1	β 1 ι 1 η 0 ε 0.5 ζ 1 λ	3.6	24	10 0	2	β 1 ι 1 η 0 ε 1 ζ	3.3
15	6 34	2	β 1 ι 0.5 η 0.5 ε 0 ζ 1 λ	3.9	Aug. 27	12 24	1	β 4 ι 2 ε 1 η 3 ζ	3.2
16	8 35	1	β 1 ι 0.7 η 0.3 ε 0.2 ζ 1.3 λ	3.7	30	12 30	1	β 4 ι 1 ε 1 η 2 ζ	3.2
17	9 28	1 St	β 1 ι 0.8 η 0.2 ε 0.5 ζ 1 λ	3.6	Nov. 14	9 15	1	ι 1 ε' 2 ε 1 η 1 ζ	3.4
18	10 33	1	β 1 ι 1 η 0 ε 0.5 ζ 1 λ	3.6	Dez. 7	6 48	2 W	ι 1 ε' 2 ε 1 η 2 ζ	3.4
19	8 12	1	β 1 ι 0.7 η 0.3 ε 0.2 ζ 0.8 λ	3.6					
21	9 0	3	β 1 ι 1 η 0.5 ε 0.5 ζ	3.6	Jan. 10	9 49	2	ε' 5 ε 2 η 4 ζ	3.4
27	8 5	2	ι 1.5 η 1.5 ε 0.5 ζ 2 λ	3.9	11	10 45	4	ϑ 6 η 0 ε 5 ζ	3.4
31	9 17	2	β 1 ι 1 η 1 ε 0.5 ζ	3.8	März 4	8 36	1	ϑ 5 ε 3 η 2 ζ	3.3
Febr. 4	9 25	2 M_3	β 1 ι 1 η 0 ε 1 ζ	3.4	Mai 15	9 2	1 D	ϑ 2 ε 3.5 η	3.1
16	9 56	1	β 1.5 ι 1 η 0.5 ε 1.5 ζ	3.5	Aug. 16	13 17	1	ϑ 3 ε 2 η	3.2
17	10 13	1	β 1.5 ι 1 η 0.5 ε 1.5 ζ	3.5					

η Geminorum

Vergleichsterne:		Größe	
γ Geminorum		= 2.34	P.D.
μ	»	3.08	»
ε	»	3.23	»
ν	»	3.83	»
ϑ	»	3.85	»

1902/03	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.	1903/04	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.
Dez. 22	$10^h 20^m$	1	γ 1.7 μ 0.1 ε 0.2 η 1 ν	3.3	Febr. 18	$11^h 20^m$	1	γ 2 μ 0 ε 0 η 1 ν	3.2
23	9 53	1	γ 1.5 μ 0 ε 0.5 η 1 ν	3.3	19	10 33	1	γ 2 μ 0 ε 0 η 1 ν	3.2
					März 20	9 50	3	γ 3 μ 0 ε 0 η 1 ν	3.3
Jan. 6	9 59	Ci, M_2	γ 1.9 μ 0.1 ε 0 η 0.5 ν	3.3	22	10 41	1	γ 5 μ 0 ε 1 η 3 ν	3.3
15	6 53	2 M_1	γ 1.5 μ 0 ε 0.5 η 0.5 ν	3.4	Nov. 14	11 25	2 W	γ 4 μ 1 ε 0 η 1 ϑ 2 ν	3.4
16	8 52	2 St	γ 1.5 μ 0.2 ε 0.3 η 0.5 ν	3.4					
17	9 38	1 St	γ 1.5 μ 0 ε 0.5 η 1 ν	3.4	Jan. 10	10 3	2	μ 1 ε 3 η 7 ϑ	3.4
18	10 8	1	γ 1.5 μ 0 ε 0.5 η 1 ν	3.4	11	10 18	3	μ 0.5 ε 3.5 η 6 ν	3.4
19	8 31	1	γ 1 μ 0 ε 0.5 η 1 ν	3.3	März 4	8 46	3 W	μ 3 ε 2 η 7 ϑ	3.4
21	9 19	3	γ 2 μ 0 ε 1 η 3 ν	3.2	14	10 26	1	μ 3 ε 2 η 9 ϑ	3.4
27	8 46	2	μ 0.5 ε 0.5 η 1 ν	3.4	18	9 50	2	ε 5 η 7 ν	3.4
31	8 57	2	γ 2 μ 0 ε 1 η 1 ν	3.5	20	11 25	1	μ 2 ε 3 η 7 ϑ	3.4
Febr. 4	9 36	2 M_3	γ 4 μ 0 ε 1 η 3 ν	3.3	21	11 0	3 W	μ 5 η 7 ϑ	3.4
16	10 12	1	γ 2.5 μ 0 ε 0.5 η 2 ν	3.3	April 12	9 25	1	μ 2 ε 1 η 7 ϑ	3.3
17	10 47	1	γ 2.5 μ 0 ε 0.5 η 2 ν	3.3	27	8 47	1 M_4	μ 1 ε 2 η 5 ϑ	3.4

ζ Geminorum

Vergleichsterne: ε Geminorum Größe = 3.23 P.D.
δ » 3.70 »
λ » 3.83 »
ν » 4.45 »
d » 5.63 »

1902/03	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.	1903/04	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.
Dez. 22	10^{h}27^m	1	ε 0.5 δ 0.2 λ 0.3 ζ 0.2 ν 0.8 d	4.3	Nov. 14	11^{h}16^m	2 W	δ 1 λ 2 ζ 0 ν 6 d	4.3
23	9 49	1	ε 1 δ 0 λ 1 ζ 0 ν 2 d	4.4	Jan. 10	9 59	2	δ 2 λ 5 ζ 3 ν	4.2
Jan. 6	10 4	Ci, M_1	ε 0.5 δ 0.5 λ 0 ζ 0.5 ν 1 d	4.1	11	9 54	4	δ 2 λ 5 ζ 3 ν	4.2
15	6 47	2 M_1	ε 0.5 δ 0.5 λ 0 ζ 0.5 ν 0.5 d	4.2	März 4	8 40	2	δ 2 λ 4 ζ 1 ν	4.3
16	8 50	2 St	ε 1 δ 1 λ 0 ζ 1 ν 1 d	4.2	14	10 35	1	δ 2 λ 5 ζ 1 ν 6 d	4.5
17	9 34	1 St	ε 0.5 δ 0.5 λ 0 ζ 0.5 ν 1.5 d	4.0	18	9 57	1	δ 1 λ 2 ζ 5 ν	4.0
18	10 3	1	ε 0.5 δ 1 λ 0 ζ 1 ν 1 d	4.1	20	11 32	1	ε 6 δ 2 ζ 2 λ 6 ν	3.8
19	8 18	1	ε 0.5 δ 0.2 λ 0.3 ζ 0.5 ν 1 d	4.1	21	11 24	3 W	δ 2 λ 3 ζ 7 ν	4.1
21	9 15	3	ε 1 δ 0.5 λ 0.5 ζ 0 ν 1.5 d	4.5	April 12	8 53	1	δ 1 λ 3 ζ 1 ν	4.3
27	8 24	2	ε 1 δ 0.5 λ 0.5 ζ 1 ν 1 d	4.2	15	10 32	3 Ci	δ 2 λ 3 ζ 3 ν	4.2
31	8 53	2	δ 0.5 λ 0.5 ζ 0 ν 2 d	4.3	16	9 13	2 W	δ 2 λ 2 ζ 9 ν	3.9
Febr. 4	9 30	2 M_3	ε 1 δ 0.3 λ 0.7 ζ 0 ν 2 d	4.4	26	8 50	1 M_4, W	δ 2 λ 3 ζ 6 ν	4.0
16	10 6	1	ε 1.7 δ 0.1 λ 0.2 ζ 1 ν	3.9	27	9 40	1 M_4	δ 2 λ 1 ζ 8 ν	4.1
17	10 24	1	ε 2 δ 0 λ 0 ζ 1 ν	3.9	28	8 49	3 M_4	δ 3 λ 1 ζ 11 ν	3.9
18	11 9	1	ε 2 δ 0 λ 1 ζ 1 ν	4.1	Mai 5	9 3	3 h	λ 6 ζ 5 ν	4.2
19	10 27	1	ε 0.5 δ 0.5 λ 1 ζ 1 ν 2 d	4.2	7	9 35	3 h	δ 1 λ 2 ζ 9 ν	4.1
März 20	9 59	3	ε 0.5 δ 0.5 λ 1 ζ 2 ν	3.9	9	9 8	3 D, W	δ 2.5 λ 1.5 ζ	3.9
22	10 47	1	ε 1 δ 0 λ 1 ζ 1 ν	4.1	15	9 10	1 D	δ 2 λ 3 ζ	4.0

T Ursae maioris

Vergleichsterne: H_3 4511 No. 1 = a Größe = 6.2 B.D.
B.D. +61°1307 = b 7.2 »
H_3 4511 No. 2 = c 8.2 H.
4 = d 8.3 »
5 = e 8.5 »
6 = f 8.6 »
7 = g 8.7 »
9 = h 9.2 »
13 = i 9.6 »
17 = k 10.3 »

1903/04	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.	1904	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.
Jan. 18	9^{h}40^m	1	a 2 c 0 T 1 f 0 g	7.9	Mai 9	11^{h}39^m	3 W	f 3.5 T 1 g	8.6
19	9 20	1	a 2 c 0 T 1 f 1 g	7.9	11	11 37	2	d 5.5 T 1 f 0.5 e 2.5 g	8.4
21	11 30	3	a 2 c 0 T 1 f 1 g	7.9	13	11 19	4	d 2 T 1 f 1 e 0.5 g	8.4
31	9 31	2	c 1 T 0 d 1 f 1 g	8.3	15	11 29	1	c 2.5 T 0.5 d 1.5 f 0.5 e 0.5 g	8.4
Febr. 14	10 36	1	a 2 c 1 T 0 d 1 f 1 g	8.1	16	11 45	1	c 3.5 T 2 f 0.5 e 0.5 g	8.4
18	11 29	1	a 2 c 0 d 1 e 0 T 1 f 1 g	8.2	19	11 46	2	c 1 T 2 d	8.3
März 20	8 29	3	d 2 g 1 T 1 h	8.9	Juni 3	10 25	2 W	T 1 c 1.5 d	8.1
22	9 45	1	g 1 T 0 h 1 i	9.2	4	11 32	4	T 2 c 1 d 2 e	8.0
Mai 20	11 25	1		<11.5	7	10 47	3 W	b 5 T 3 c 3 e	7.8
Aug. 24	11 45	2	e 1 T 1 h	8.9	11	11 27	2	b 6 T 3 c 2.5 e	7.8
27	11 6	1	d 3 g 0 T 1 e	8.5	13	11 17	3	b 2 T 1 c 2 e	7.8
30	11 18	1[1]	c 1 d 1 T 1 g 1 e	8.4	14	12 3	1	b 2 T 1 c 2 e	7.8
					16	11 33	1	b 4 T 2 c 1 d 1.5 e	7.8
März 14	12 cca.	2		<11.0	19	11 35	3 M_1	b 2.5 T 1 c 2 e	7.7
April 16	9 32	1	T = k	10.3	21	12 6	1 M_1	b 3 T 1 e 0.5 d 2.5 e	7.7
Mai 5	11 51	2	e 2 g 3 T 3 h 2 k	9.2	Juli 6	11 32	1	b 4.5 T 0 c 3 d	7.9
7	11 25	2	f 2 g 1 T 5 h	8.6	16	11 29	1	c 1.5 d 1 T 3 e	8.3
					Aug. 5	10 31	1	d 1 T 0 f 0.5 g 2.5 h	8.6

[1]) Objektiv beschlagen?

δ Librae

Vergleichsterne: μ Virginis = μ' Größe = 3.84 H.P.
16 Librae = p 4.60 »
11 » = q 5.01 »
ξ » 5.91 »
B.D. −7°3944 = l 6.5 A.G. Ott.
B.D. −7°3943 = r 7.2 » »

1904	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.	1904	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.
Mai 7	9^h30^m	2	p 4 δ 5 ξ	5.2	Mai 16	10^h27^m	1 Ci [1])	ξ 2 δ 3 l 2 r	6.2
7	11 41	2	p 3.5 q 1.5 δ 4 ξ	5.3	16	11 28	1 Ci [1])	ξ 1 δ 3 l 1 r	6.1
9	10 9	3 W [1])	ξ 4 δ 1.5 l 1.5 r	6.5	16	12 27	1 Ci	q 4 δ 1.5 ξ	5.6
9	10 35	3 W [1])	ξ 2.5 δ 1 l	6.3	19	10 51	1	μ' 4 p 3 δ 1 q 2 ξ	5.1
9	11 34	3 W [1])	q 3 ξ 0 δ 4 l	5.8	Juni 3	10 18	2 W	p 3 q 1 δ 2.5 ξ	5.4
9	12 28	3	q 5 δ 1.5 ξ	5.7	4	11 25	4	p 3 q 1 δ 3 ξ	5.3
11	9 24	2	p 2 q 1.5 δ 5 ξ	5.2	7	10 23	4 W	p 2 q 1.5 δ 5 ξ	5.2
11	13 26	1	p 3 q 2 δ 4.5 ξ	5.3	11	10 52	2	q 1 δ 4.5 ξ	5.2
13	10 25	4	μ' 3.5 p 1.5 q 0.5 δ 5 ξ	5.0	14	11 23	1	p 1.5 q 1 δ 2.5 ξ	5.2
15	11 36	1	p 3 q 2 δ 3.5 ξ	5.2	16	11 16	1	p 2 q 1 δ 3.5 ξ	5.2

[1]) Schätzungen mit dem Merzfernrohr.

S Coronae

Vergleichsterne: 50 Bootis = a Größe = 5.7 P.D.
B.D. +33°2574 = b 6.6 »
H_3 5504 No. 2 = c 7.2 »
4 = d 8.1 H.
5 = e 8.4 »
7 = f 8.8 »
9 = g 9.0 »
10 = h 9.8 »
14 = i 10.8 »

1903/04	M.Z. Kgst.	H	Stufenschätzung	mag.	1904	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.
Mai 25	10^h20^m	3	c 1.5 d 0.5 e 1 S 1 f 2 h	8.6	Mai 13	10^h33^m	3	c 3.5 d 0.5 S 2 e 3 g	8.1
29	10 30	2 W	c 1 d 1 e 1 S 0 f 0.5 g 2 5 h	8.7	15	9 57	1	c 5.5 S 0.5 d 2.5 e	8.0
31	10 50	1 M_1	c 1 d 1 e 1 S 0 f 3 h	8.7	17	11 37	1 W	d 2.5 S 1 e	8.3
Juni 26	11 25	2	e 2 f 0.5 g 1.5 S 2 h	9.3	19	11 0	2	d 4 S 1 e 1.5 g	8.6
					Juni 3	10 33	2 W	d 5 S 0.5 e 1.5 g	8.6
März 14	12 17	2 W	a 7 S 2 b 2 c	6.5	4	11 55	4	d 2 e 1 S 1 g	8.7
18	12 27	1	a 5 S 1 b 2 c	6.5	11	12 10	2	e 2.5 S 1 g	8.8
20	10 52	1	a 9 S 1 b 3 c	6.6	13	11 56	3	e 2 S 1 g	8.8
April 12	10 6	1	b 3 S 0 c 2 e	7.4	14	12 21	1	S = g	9.0
16	9 42	1	b 7 c 2 S 7 e	7.6	16	11 38	1	e 2 S 1 g 4 h	8.8
20	11 3	1 M_1	b 5 c 2 S 5 e	7.7	19	12 13	3	f 2 S 1 g	8.9
Mai 5	10 8	1	c 7 S 2 d 3 e	7.9	21	11 41	1 M_1	f 1 S 0 g 2 h	9.1
7	9 16	2	c 9 d 1 S 4 e	8.1	Juli 16	11 16	1	g 4.5 S 1 h	9.7
11	9 34	2	c 3 d 2 S 1.5 e 2.5 f	8.2	Aug. 5	10 17	1	h 1 S 3 i	10.0

R Serpentis

Vergleichsterne: γ Serpentis Größe = 4.1 P.D.; ν Serpentis 6.1 P.D.; B.D. + 16°.2840 = a 6.5 P.D.; 29 Serpentis = b 7.1 P.D.; H_2 5677 No. 4 = c 7.6 P.D.; 3 = d 8.1 H.; H_2 5677 No. 5 = e Größe = 8.4 H.; 7 = f 8.8 H.; 9 = g 9.1 H.; 10 = h 9.5 H.; 24 = i 12.2 H.

1903/04	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.	1904	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.
Mai 28	11^h45^m	1	R = i	12	Mai 19	11^h30^m	2	e 2 R 3 f	8.6
Juni 27	11 15	1	e 1 f 2 R 0 g 1 h	8.7	Juni 3	10 38	2 W	d 7 R 3 e 2 f	8.4
Aug. 27	10 20	1	d 1 R 2 e 2 f	8.2	11	11 48	2	d 1.5 R 4 e	8.2
					13	12 18	3	e 1? d 1 R 4 f	8.1
Mai 5	9 55	1	f 2 g 1 R 4 h	9.1	14	12 8	1	a 4 R 0 d 3 f	7.9
7	11 46	2	f 3 R 1 g 4 h	9.0	16	11 46	1	a 4 R 1 d 2.5 e	7.6
9	10 20	3 W	f 1.5 R 1 g 5 h	8.9	19	12 0	3	a 1 R 2 d 3 e	7.0
11	12 3	2	e 3.5 f 1 R 3.5 g	8.8	21	11 36	1 M_1	a 1 R 2 d 2.5 e	7.0
13	10 42	4	e 5.5 R 2 f 1 g 1.5 h	8.8	Juli 6	11 40	1	ν 1 R 3 a 2 d	6.1
15	10 42	1	e 3.5 R 1.5 f 3.5 h	8.8	16	11 34	1	γ 6.5 R 1 ν 1.5 b	6.1
17	11 32	1 W	e 2 R 2.5 f	8.6	Aug. 3	10 30	1	ν 2.5 R 1 a 1.5 b 1.5 d	6.5

S Herculis

Vergleichsterne: H_2 6044 Nr. 2 = a Größe = 7.2 P.D.; 4 = b 8.5 H.; 5 = c 8.6 H.; 6 = d 8.8 H.; H_2 6044 No. 7 = e Größe = 8.8 H.; 8 = f 9.3 H.; 10 = g 9.5 H.; 13 = h 9.8 H.

1904	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.	1904	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.
Juni 3	11^h17^m	1 W	g 1 h 1 S	10.1	Juni 19	11^h47^m	3	d 1 e 1 S 1 g	9.2
11	11 38	2	e 5 S 1 g	9.4	21	11 46	1 M_1	e 2 S 1 f	9.1
13	11 50	3	d 4 S 1 g	9.4	Juli 6	11 40	1	c 1 S 0 d 2.5 f	8.8
14	11 57	1	c 1.5 e 2 S 1 g	9.3	16	11 24	1	b 1 S 0 c 2.5 e	8.6
16	12 9	1 W	e 2.5 S 1 g	9.3	Aug. 4	11 12	1	a 5.5 c 1 S 2 d 3 e	8.4

α Herculis

Vergleichsterne: α Ophiuchi = α′ Größe = 2.54 P.D.; β Herculis 3.03 P.D.; ζ Herculis 3.18 P.D.; π Herculis 3.33 P.D.; κ Ophiuchi = κ′ 3.36 P.D.; δ Herculis Größe = 3.47 P.D.; γ Herculis 3.97 P.D.; ι Ophiuchi = ι′ 4.58 P.D.; 60 Herculis = a 5.02 P.D.

1902/03	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.	1903	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.
Sept. 22	8^h45^m	1 St	α′ 2 κ′ 0 δ 0 a 1 ι′ 1 a	3.7	Mai 23	$11^h 0^m$	3	α′ 2 a 1 κ′ 0 δ 1.5 ι′	3.3
23	9 50	1	α′ 1 δ 1 κ′ 0 a 1 ι′ 1 a	3.8	24	11 10	1	α′ 2 a 0 ζ 0.8 δ 0.2 κ′ 1 ι′	3.3
25	8 45	2	α′ 2 κ′ 0 a 0 δ 1 ι′ 1 a	3.7	25	11 10	3	α′ 2 a 0 ζ 1 κ′ 1 ι′	3.3
Okt. 1	9 25	1	α′ 2 κ′ 0 a 0 δ 1 ι′ 1 a	3.7	28	11 20	1	α′ 1.5 ζ 0.5 a 1 δ 0.5 κ′ 1.5 ι′	3.2
					29	11 0	2 W	α′ 2 ζ 0 a 0.5 δ 0.5 κ′ 1.5 ι′	3.2
April 28	10 35	4	α′ 1 κ′ 0 a 1.5 ι′	3.4	30	11 25	2 W	α′ 3 ζ 0 a 1 δ 0.2 κ′ 1.8 ι′	3.3
Mai 19	11 42	3	α′ 2 a 0.2 κ′ 0.8 δ 1.8 ι′	3.3	31	10 10	1 M_1	α′ 3 ζ 0 a 0.5 δ 0.5 κ′ 2 ι′	3.3
20	11 30	1	α′ 3 a 1 κ′ 0.5 δ 2.5 ι′	3.1	Juni 23	11 30	2 St	ζ 0 a 0.5 δ 0.5 κ′ 3.5 ι′	3.2
21	10 36	1	α′ 3 a 1 κ′ 0.5 δ 1.5 ι′	3.3	26	12 0	2	α′ 3.5 ζ 1 a 1 δ 0.5 κ′ 3 ι′	3.3

1903/04	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.	1904	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.
Juli 1	11^h50^m	1 M_1	α′ 3 ζ 2 α 1.5 δ 0.5 κ′ 3 ι′	3.4	Mai 19	10^h33^m	1 M_1	ζ 3 α 1 π 1.5 κ′	3.3
2	11 53	1 M_1	α′ 3 ζ 2 α 1 δ 0.5 κ′ 3 ι′	3.4	30	10 11	2 M_4 St	β 2 ζ 3 α 2 π 2 κ′	3.3
Aug. 24	11 25	1	α′ 3 ζ 2 δ 1 α 1 κ′ 5 ι′	3.5	Juni 3	9 59	2 D	β 5 α 2 π 1 κ′	3.3
					4	11 0	4	ζ 3.5 α 0 π 2 κ′	3.3
März 14	13 13	1	α′ 8 α 1 κ′ 3 γ 5 ι′	3.4	7	10 2	3 W	ζ 2 α 3 κ′	3.2
18	12 32	2 W	δ 3 α 0 κ′ 8 ι′	3.6	11	10 59	2	ζ 2 α 1 π 1.5 κ′	3.3
20	13 10	1	α′ 11 α 1 κ′ 7 γ 4 ι′	3.4	13	10 35	3	ζ 2 α 0 π 3 κ′	3.3
21	12 28	3 W	δ 4 α 2 κ′ 2 γ	3.5	14	10 23	1	β 3 α 2 π 1 κ′	3.2
April 11	11 54	1	δ 1 κ′ 3 α 5 γ 4 ι′	3.7	16	10 49	1	β 2.5 α 1 π 2 κ′	3.2
12	12 21	1	δ 1 κ′ 3 α 5 γ	3.7	17	11 20	2 R	β 4.5 α 2 δ 0.5 κ′	3.3
15	12 12	3 Ci	δ 2 κ′ 0 α 11 γ	3.7	19	10 32	3 M_1	ζ 3 α 1 π 2 κ′	3.3
16	11 48	3 W	δ 3 α 8 γ	3.6	20	11 11	3 M_1	ζ 4 α 0 π 3 κ′	3.3
19	11 31	1 St	δ 3 κ′ 0 α 5 γ	3.7	21	10 53	1 M_2	ζ 3.5 α 1 π 2 κ′	3.3
20	11 46	1 St	δ 2 α 1 κ′ 4 γ	3.5	28	10 23	1 M_3	ζ 2 α 1.5 π 2 κ′	3.3
21	11 41	1 M_1	δ 3 κ′ 2 α 5 γ	3.7	29	11 2	1 M_3	ζ 2.5 α 2 π 1 κ′	3.3
Mai 3	10 2	3 W	δ 3 α 2 κ′ 5 γ	3.4	Juli 6	11 19	1	β 4 α 1.5 π 1.5 κ′	3.3
5	10 51	3 W	β 8 α 3 κ′ 2! δ 2 γ	3.4	16	10 51	1	ζ 3.5 α 0 π 2 κ′	3.3
7	9 52	2 W	β 5 α 1 κ′ 6 γ	3.4	17	10 44	1	ζ 2.5 α 0 π 1.5 κ′	3.3
7	10 38	1	β 5.5 α 1 δ 1 κ′	3.3	19	12 0	1	ζ 3.5 α 0 π 2 κ′	3.3
9	10 3	3 W	β 5 α 1.5 κ′ 4.5 γ	3.4	29	9 51	2 M_2	β 3.5 α 0 π 2 κ′	3.3
11	10 15	2	β 4.5 α 1.5 δ 0.5 κ′ 4 γ	3.3	Aug. 2	10 14	2	ζ 2.5 π 2 α 2 κ′	3.3
13	10 9	4	ζ 4.5 α 1 δ 0.5 κ′ 4 γ	3.3	3	11 52	1 M_1	ζ 2.5 π 1.5 α 1.5 κ′	3.3
15	10 9	1	ζ 3 α 2 κ′ 4.5 γ	3.3	6	10 48	1	ζ 2.5 π 2 α 1.5 κ′	3.3
16	10 14	1 Ci	ζ 4.5 α 2 κ′ 5 γ	3.3	16	11 30	1	β 3.5 π 2 α 1 κ′	3.3
17	10 4	1 W	ζ 4 α 3 κ′	3.3	30	8 38	1	β 3.5 π 1.5 α 1 κ′	3.3

T Herculis

Vergleichsterne:		Größe
H_3 6512 No.	3 = a	6.4 P.D.
	4 = b	7.8 H.
	5 = c	8.1 »
	6 = d	8.1 »
	11 = e	8.8 »
	14 = f	9.1 »
	22 = g	9.6 »
	29 = h	10.1 »
	31 = i	10.2 »
	43 = k	11.1 »

1903/04	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.	1904	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.
Mai 25	10^h45^m	3	b 1 T o d 1 c 1.5 e	8.1	Mai 17	11^h44^m	1 W	b 2 T 1 d	8.0
31	11 10	1 M_1	a 3 T o b 1 d 1 c 1 e	7.6	19	11 14	2	b 4 T o c 1 d 3 e	8.2
Juni 28	10 55	1	a 2 b 1 d 1 T o c 2 e 4 g	8.1	Juni 3	11 6	2 W	c 3 T 1 e 3 g	8.7
					4	11 46	4	c 4 T 1 e 4 g	8.7
März 20	12 40	1	h > T ≧ i	10.2	11	12 32	2	e 2 T 3 g	9.1
April 11	12 20	1	b 3 d 2 T 3 e 2 f	8.5	13	11 32	3	e 3 T 1 f 2 g	9.2
16	11 40	3 W	b 2 c 2 T 4 e	8.3	14	12 32	1	e 1.5 e 1 T 1 g	9.2
20	12 12	2	b 3 d 1 T 1 c 6 e	8.1	16	11 52	1	f 1 T 1 g	9.3
Mai 5	11 26	2	a 6 T o b 2 d 5 e	7.8	19	11 24	1	e 3 T 1 g 1.5 h	9.4
7	11 56	2	b 3 T 2 d 1 c	7.9	21	11 53	1 M_1	e 3 T 1 g 1 h	9.5
11	10 32	2	b 3.5 T 1.5 d 1 c 4 e	8.0	Juli 6	11 48	1	T = h	10.1
13	11 7	3	b 4 T 1 c 0.5 d 5.5 e	8.0	16	11 15	1	h 1 T 1 k	10.6
15	11 0	1	b 4 T 0.5 c 1 d	8.0	Aug. 4	11 33	1	i > T > k	10.7
16	11 18	1 Ci	a 3.5 b 1.5 d 0.5 T 0.5 c 3 e	8.0	16	13 15	1	T < k	<11.1

β Lyrae

Vergleichsterne:		Größe =	
	γ Lyrae	3.56	P.D.
	μ Herculis = μ′	3.64	»
	o » = o′	4.08	»
	κ Lyrae	4.53	»
	ϑ »	4.56	»
	ζ »	4.74	»
	η »	4.75	»
	μ »	5.44	»

1902—04	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.
Sept. 23	10^h 0^m	1	γ 0 β 0.5 ζ 0.2 ϑ 0.3 κ 0.2 μ	3.8
25	8 40	2	γ 0 β 0.4 ζ 0.1 ϑ 0.3 κ 0 2 μ	3.8
26	11 35	1	γ 0.3 β 0.2 ζ 0.3 κ 0.2 μ	4.1
Okt. 1	9 35	1	γ 0.5 β 0 ζ 0.2 κ 0.3 μ	4.5
7	9 55	3	γ 0.2 β 0.2 ζ 0.3 κ 0.2 μ	4.0
8	9 20	3	γ 0.3 β 0.5 ζ 0.2 κ 0.3 μ	3.9
10	10 31	2 W	γ 0 β 0.7 ζ 0.3 κ 0.5 μ	3.6
21	11 8	1 M_3	γ 0.1 β 0.5 ζ 0.5 κ 0.5 μ	3.9
23	9 55	1	γ 0 β 0.5 ζ 0.5 κ 0.5 μ	3.8
24	9 55	1	γ 0 β 0.5 ζ 0.5 κ 0.5 μ	3.8
25	9 40	1	γ 0.3 β 0.2 ζ 0.5 κ 0.3 μ	4.1
29	11 3	3	γ 0 β 0.5 ζ 0.5 κ 0.5 μ	3.8
Nov. 2	9 55	2	γ 0.2 β 0.5 ζ 0.5 κ 0.5 μ	3.9
4	8 20	1	γ 0.2 β 0.3 ζ 0.5 κ 0.2 μ	3.9
Dez. 22	6 18	2	γ 0.5 β 0.2 ζ 0.5 ϑ 0.3 κ 0.5 μ	4.1
23	6 33	2	γ 0 β 0.5 ζ 0.5 κ 0.5 μ	3.8
Jan. 14	5 50	3	γ 0 β 0.5 ζ 0.5 κ 0.5 μ	3.8
Mai 19	11 50	3	γ 0.5 β 1.5 ζ 0 κ 0.2 ϑ	3.8
20	10 48	1	γ 1 β 0 κ 0 ζ 0.5 ϑ 1? μ	4.4
21	11 18	1	γ 2 β 0 κ 0.5 ζ 0 ϑ 1.5 μ	4.5
22	11 5	1	γ 1 β 3 κ 0 ζ 1 μ	3.8
23	11 20	3	γ 0 β 1 ζ 0.2 ϑ 0.3 μ	3.6
24	11 17	1	γ 0.5 β 1.5 ζ 0.5 ϑ 0.5 μ	3.8
25	11 25	3	γ 0.5 β 1.5 ζ 0.5 ϑ 1 μ	3.8
28	11 2	1	γ 1 β 2 ζ 1 ϑ	3.9
29	10 45	2 W	γ 0 β 1 ζ 0.5 ϑ 0.5 μ	3.7
30	11 5	1 W	γ 0 β 1 ζ 0.5 ϑ 0.5 μ	3.7
31	10 18	1 M_1	γ 0 β 1 ζ 0.5 ϑ 0.5 μ	3.7
Juni 23	11 40	2 St	γ 1 β 2 ζ 0.5 ϑ 0.5 μ	3.9
26	12 35	2	γ 0 β 1 ζ 0.5 ϑ 0.5 μ	3.7
Juli 1	11 3	1 M_1	γ 1 β 4 ζ 1 ϑ 1 μ	3.8
2	12 0	1	γ 1 β 4 ζ 1 ϑ 2 μ	3.7
Aug. 24	12 5	1	γ 1 β 2 ζ 1 ϑ 3 μ	3.9
27	11 43	1	γ 0 β 1 ζ 0.5 ϑ 1.5 μ	3.7
30	11 12	1	γ 0 β 1 ζ 0.5 ϑ 1.5 μ	3.7
Nov. 14	8 47	1	γ 1 β 3 ζ 0 η 1 κ	3.9
Dez. 7	7 11	2 h	γ 1 β 2 ζ 0.5 η 0 ϑ 0.5 κ	3.9
März 18	12 46	3 h W	γ 2 β 5 ζ 2 κ	3.8
20	13 19	1	γ 2 β 7 ζ	3.8
21	12 44	3 W	γ 1 β 9 ζ	3.7
April 11	12 1	1	γ 1 β 4 κ 1 ζ 4? ϑ	3.8
16	11 55	3 W	γ 3 β 4 o′ 3 ζ	3.8
19	12 11	1 St	γ 2 β 3.5 o′	3.8

1904	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.
April 20	$11^h 24^m$	1	γ 3 o′ 2 β 1.5 ζ	4.3
21	11 47	1 M_1	γ 3 o′ 2 β 1 ζ	4.3
Mai 5	10 26	1	γ 2 β 7 o′	3.7
7	12 33	1	γ 1.5 β 5.5 o′	3.7
9	9 40	3 W	γ 2.5 β 2 o′ 1.5 ζ	3.9
11	10 6	2	γ 3.5 β 3 o′ 2 ζ	3.9
13	10 19	4	γ 2 β 5.5 o′ 1.5 ζ	3.7
13	12 23	2	γ 1.5 β 4 o′ 1.5 ζ	3.7
15	10 34	1	μ′ 5 β 2 o′ 2 ζ	4.1
16	10 8	1 Ci	o′ 3 κ 0.5 β 0.5 ζ 2 η 2.5 μ	4.6
17	10 58	1 W	o′ 3 β 1 ζ	4.5
19	10 45	1	γ 1.5 β 3 o′ 1.5 ζ	3.7
30	10 5	2 M_4	o′ 3 β 2 ζ	4.5
Juni 3	10 10	2	γ 2 β 2.5 o′ 3 ζ	3.7
4	11 8	4	γ 3 β 0 o′ 4 ζ	4.0
5	10 52	3 W	γ 4 β 1 o′	4.1
7	9 53	2 W	γ 1 β 4.5 o′	3.7
11	10 47	2	γ 4 ζ 0 β 3.5 μ	4.6
13	10 28	3	γ 2 β 3 o′	3.8
14	10 17	1	γ 1 β 3.5 o′ 1.5 ζ	3.7
16	10 23	1	γ 2 β 3 o′ 1.5 ζ	3.8
17	11 15	2 π	γ 2 β 3.5 o′	3.8
19	10 25	3 M_1	γ 2 β 3 o′ 2 ζ	3.8
20	11 2	3 M_1	γ 1 β 4.5 o′	3.7
21	10 49	1 M_2	μ′ 1.5 γ 1 β 5.5 o′ 2.5 ζ	3.8
23	10 45	3 M_2	γ 2.5 β 3 o′ 3 ζ	3.8
24	9 55	1 M_2	o′ 2.5 ζ 1 β 3 μ	4.6
28	10 17	1 M_3	γ 1 β 3 o′ 5 ζ	3.6
29	10 58	1 M_3	γ 1.5 β 2.5 o′ 3 ζ	3.7
Juli 6	11 15	1	γ 3 β 0 o′ 3.5 ζ	4.1
16	10 56	1	γ 1.5 β 3.5 o′ 4 ζ	3.7
17	10 38	1	γ 1.5 β 3 o′ 2.5 ζ	3.7
18	11 28	1	γ 1 β 2.5 o′ 2 ζ	3.7
19	11 57	1	γ 2 β 0.5 o′ 2.5 ζ	4.0
29	9 44	2 M_1	γ 1 β 4.5 o′ 1.5 ζ	3.6
Aug. 2	9 58	2	γ 3.5 o′ 2.5 β 0 ζ 2 μ	4.7
3	11 47	1 M_1	γ 1.5 β 2 o′ 1.5 ζ	3.8
6	10 57	1	γ 1 β 3.5 o′ 2.5 ζ	3.7
10	10 15	3	γ 2 β 2 o′ 1.5 ζ	3.9
13	10 58	1	γ 1 β 3 o′ 2 ζ	3.7
15	10 20	1	o′ 3.5 β 1 ζ	4.6
16	11 39	1	γ 2 β 3 o′ 2 ζ	3.8
30	8 42	1	γ 1.5 β 3.5 o′ 2 ζ	3.7
Sept. 5	9 9	2	γ 1 β 3 o′ 1 ζ	3.7

η Aquilae

Vergleichsterne: ϑ Aquilae Größe = 3.23 H.P.
δ » 3.39 »
β » 3.84 »
ι » 4.28 »
ν » 4.81 »

1902—04	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.
Sept. 4	$11^h 11^m$	2	ϑ 0.5 η 0.5 β 1.5 ν	3.5
7	11 17	1	δ 1 β 0 η 1.5 ν	3.9
8	9 40	1	δ 0.5 β 0.5 η 0.5 ν	4.3
23	9 45	1	δ 0.5 β 0.5 η 0 ν	4.8
25	8 50	2	δ 0 η 0.5 β 0.5 ν	3.4
26	11 40	1	δ 0.2 η 0.2 β 0.5 ν	3.7
Okt. 7	10 10	3	δ 0.5 β 0.5 η 0 ν	4.8
8	9 26	2	δ 1.2 β 0 η 0.5 ν	4.2
23	9 50	1	δ 1.5 β 0 η 0.5 ν	4.1
24	9 50	1	ϑ 0.8 η 0.5 β 1.3 ν	3.6
25	9 35	1	ϑ 1 η 0.2 β 1.3 ν	3.8
Nov. 4	8 15	1	ϑ 0.5 η 0 β 1 ν	3.8
Dez. 23	6 26	2 h	ϑ 1 β 0.5 η	4.1
Mai 22	11 25	1 h	δ 1 β 0 η 1 ι	3.8
30	11 15	2	ϑ 0 δ 1 β 0 η 1 ι 1 ν	3.8
31	11 47	1	ϑ 1 β 1 η 0 ι 1 ν	4.3
Juni 23	11 50	2 W?	δ 1 β 1 η 0 ι 2 ν	4.2
26	12 15	2	δ 2 η 1 β 2 ι 1 ν	3.8
Juli 1	11 55	1 M_1	δ 3 η 1 β 2 ι 2 ν	3.8
2	11 45	1 M_1	ϑ 2 η 1 β 2 ι 1 ν	3.7
Aug. 25	10 45	3	ϑ 1 β 1 η 0 ι 2 ν	4.3
27	11 53	1	ϑ 2 β 1 η 1 ι 2 ν	4.0
30	11 25	1	ϑ 2 β 1 η 3 ι 6 ν	3.8
Nov. 14	6 20	1	ϑ 0 δ 2 β 2 η 1 ι 1 ν	4.2
Mai 7	12 51	2 h	δ 2.5 β 3 η 2 ι	4.1
9	12 19	3 h, W	δ 2 β 4 η 3.5 ι	4.0
11	12 28	2 h	δ 1.5 β 4 η 1 ι 1.5 ν	4.3
13	12 52	3	δ 2 η 0.5 β 2.5 ι 2.5 ν	3.8
15	12 39	1	δ 3 η 1 β 2 ι	3.8
16	12 17	1 Ci	δ 2 5 β 3 η 2 ι	4.1
17	11 48	1 b, W	β 4 η 0 ι 3 ν	4.3

1904	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.
Mai 19	$12^h 28^m$	2	δ 2.5 β 2 η 3 ι	4.0
Juni 3	11 30	2 M_1, W	δ 3 η 1.5 β 3.5 ι	3.7
4	11 12	4	δ 2.5 η 1 β 4 ι	3.7
11	11 18	2	δ 2.5 η 1 β	3.7
13	11 25	3	δ 1 β 1.5 η 3 ι	3.9
14	11 45	1	δ 2 β 3 η 2 ι	4.1
16	11 10	1	δ 2 5 β 3 η 1 ι 1 ν	4.3
17	11 12	2 R	δ 2.5 β 2.5 η 1 ι 3 ν	4.2
19	10 42	4 M_1	δ 2 β 0 η 2.5 ι 2.5 ν	3.8
20	11 26	4 M_1	δ 2 β 1 η 3 ι	3.9
21	11 15	1 M_2	δ 2 β 2.5 η 1.5 ι 1.5 ν	4.2
23	11 0	3 M_2	δ 2 β 3 η 1 ι 2.5 ν	4.2
24	10 15	1 M_3	δ 1.5 β 2 η 2 ι 1 ν	4.1
28	10 33	1 M_4	δ 1.5 β 2 η 2 ι	4.1
29	11 17	1 M_4	δ 2 β 2.5 η 1.5 ι 1 ν	4.2
Juli 6	11 36	1	β 3 η 1.5 ι 1.5 ν	4.2
7	13 26	1	δ 2 β 2.5 η 1 ι 2 ν	4.2
16	10 55	1	δ 2 η 1.5 β 2 ι	3.7
17	10 48	2	δ 2 η 1 β 2.5 ι	3.7
18	11 24	1	δ 3 η 1 β 3 ν	3.7
19	11 50	1	δ 2 β 1 η 3 ν	4.1
29	9 47	2 M_2	δ 1 β 2 η 1 ι 1.5 ν	4.2
Aug. 2	10 2	2	δ 3 η 0.5 β 2 ι	3.7
3	11 44	1 M_1	δ 1.5 β 1 η 1.5 ι 1.5 ν	4.0
4	11 39	1	δ 2.5 β 1.5 η 1.5 ι 2 ν	4.1
6	11 2	1	δ 2.5 β 1 η 2.5 ι 2 ν	4.2
10	11 0	3	β 2 η 1.5 ι 1.5 ν	4.2
13	11 2	1	δ 1.5 β 1.5 η 2 ι 1.5 ν	4.0
14	11 26	3	δ 2 η 1.5 β 2 ι	3.7
16	11 23	1	δ 2.5 η 0 β 2 ι	3.8
30	8 50	1	δ 3 η 1 β 2 ι	3.8
Sept. 5	9 14	2	δ 1 5 η 1 β 1 ι	3.7

μ Cephei

Vergleichsterne: η Cephei Größe = 3.60 H.P. ϑ Cephei Größe = 4.24 H.P.
ζ » 3.69 P.D. ε » 4.39 P.D.
ι » 3.70 » ν » 4.50 »
7 Lacertae = p 4.00 » 9 » = a 5.06 »
λ » 5.34 »

1904	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.
Jan. 10	$10^h 18^m$	2	η 2 μ 3 ϑ 1 ν 3 a 3 λ	3.8
11	8 4	4	η 7 μ 3 ν 2 a	4.4
März 14	10 58	1 h	ζ 9 μ 3 ν 2 a	4.4
20	10 26	1 h	ζ 9 μ 3 ϑ 4 ν 2 a	4.2

1904	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.
April 15	$11^h 11^m$	3 h, Ci	η 7 μ 2 ϑ 2 ν 2 a	4.2
20	11 9	1 St	η 5 μ 2 ϑ 3 ν	4.0
21	12 2	1 M_1	η 7 μ 3 ϑ 4 ν	4.0
Mai 5	11 22	2	η 11 μ 3 ϑ 2 ν 2 a	4.3

1904	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.	1904	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.
Mai 9	$12^h 3^m$	3 W	η 6 μ 2 ϑ 2 ν 1.5 a	4.2	Juni 19	$10^h 47^m$	3 M_1	ζ 3.5 μ 3 ν 3 λ	4.3
11	11 23	2	η 4.5 μ 2 ν 3 a	4.3	21	11 6	1 M_2	ζ 4.5 μ 3 ν 1 a	4.3
13	12 10	2	ι 3 μ 1 ϑ 1 ν	4.2	23	10 52	3 M_2	ζ 4 μ 2.5 ν 1 a	4.3
15	12 12	1	ζ 7 μ 1.5 ϑ 1.5 ν	4.2	24	10 6	1 M_2	ζ 4 μ 3.5 ν 3.5 λ	4.2
16	11 4	1 Ci	η 3 ι 2.5 μ 3 ν 1.5 a	4.2	28	10 29	1 M_3	ζ 4 μ 2.5 ν 3 λ	4.3
17	11 18	1 W	ι 3 μ 2 ν 1 a	4.3	29	11 9	1 M_3	ζ 4 μ 2.5 ν 3 λ	4.3
19	12 17	2	ι 3 μ 2.5 ν 1 a	4.3	Juli 6	11 27	1	ζ 4 μ 0.5 p 2 ν	4.1
Juni 3	11 36	4 W	ζ 2 μ 3 ε 0.5 ν	4.0	7	13 40	1 M_1	ζ 3 p 2 μ 2 ν	4.3
4	11 19	3	ζ 5 μ 2 ν 3 a	4.3	16	11 1	1	ζ 4 μ 0.5 p 2 ν	4.1
7	10 28	3 W	ζ 4.5 μ 2.5 ν 1 a	4.3	18	11 35	1	ζ 3 μ 2 ν 1 a	4.2
11	11 14	2	ζ 4 μ 2.5 ν 4 λ	4.3	19	12 12	1	ζ 4 μ 2 ν 1 a 2.5 λ	4.2
13	10 47	3	ζ 4.5 μ 3 ν	4.2	29	9 58	2 M_2	ζ 3 μ 1 p 1 ν 1 a	4.1
14	11 38	1	ζ 3.5 μ 3 ε 0.5 ν	4.1	Aug. 2	10 8	2	ζ 2 μ 1.5 p 0.5 ν 1.5 a	4.0
16	11 4	1	ζ 4 μ 2.5 ν 1 a 2.5 λ	4.3	16	12 51	1	ζ 3 μ 2 ν 2.5 λ	4.3

δ Cephei

Vergleichsterne:		Größe =	
	ζ Cephei	3.69	P.D.
	ι »	3.70	»
	7 Lacertae = p	4.00	»
	ϑ Cephei	4.24	H.P.
	ε »	4.39	P.D.
	ξ »	4.44	»
	λ »	5.34	»

1903/04	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.	1904	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.
Nov. 14	$10^h 3^m$	1	ι 3 δ 0 ε 1 ξ 2 λ	4.4	Juni 19	$10^h 37^m$	3 M_1	ζ 4 p 0 δ 3 ε	4.1
					20	11 21	3 M_1	ζ 4 p 1 δ 2 ε	4.2
Jan. 10	10 21	3	ζ 1.5 ι 3.5 δ 2 ε 6 λ	4.2	21	10 59	1 M_2	ζ 4.5 p 2.5 δ 1 ε	4.3
11	8 32	4	ζ 2 ι 4 δ 1 ε 2 ξ 4 λ	4.3	23	10 49	3 M_2	ζ 2.5 δ 3 p 3.5 ε	3.9
März 14	11 4	1 h	ζ 5 δ 2 ξ 5 λ	4.3	24	10 1	1 M_2	ζ 4 δ 2 p 1 ε	4.0
20	10 43	1 h	ζ 4 ϑ 2 δ 3 ε	4.2	28	10 27	1 M_3	ζ 3.5 δ 2 p 1 ε	4.0
April 15	11 24	3 h, Ci	ζ 3 δ 0 ϑ 9 λ	4.2	29	11 7	1 M_3	ζ 5.5 δ 1 p 3 ε	4.0
20	11 16	1 h, St	ζ 3 ϑ 0 δ 4.5 ε	4.2	Juli 6	11 24	1	ζ 4 p 1.5 δ 2 ε	4.2
21	12 9	1 M_1	ζ 4 ϑ 1 δ 3 ε	4.2	7	13 38	1 M_1	ζ 4 p 1 δ 2 ε	4.2
Mai 5	11 11	2	ζ 3 δ 5 ϑ 2 ξ	3.9	16	10 59	1	ζ 3.5 p 1 δ 2.5 ε	4.1
7	10 33	1	ζ 3 δ 2.5 ϑ 0.5 ε	4.0	17	10 52	2	ζ 3.5 p 2 δ 1.5 ε	4.2
9	11 55	3 W	ζ 6 ϑ 1 δ 1 ε	4.3	18	11 32	1	ζ 5 p 2 δ 1 ε	4.3
11	11 13	2	ζ 2.5 ι 0.5 δ 5 ϑ 0.5 ε	3.8	19	11 46	1	ζ 1.5 δ 2.5 p 1.5 ε	3.8
13	12 2	2	ζ 1.5 ι 2 δ 1 ϑ 0.5 ε	4.1	29	9 55	2 M_2	ζ 3.5 p 0.5 δ 2 ε	4.1
15	11 50	1	ζ 5 δ 3.5 ε	4.1	Aug. 2	10 5	2	ζ 4.5 p 2 δ 1 ε	4.3
16	10 59	1 Ci	ζ 2.5 δ 0 ι 4 ε	3.9	3	11 39	1 M_1	ζ 4.5 p 2 δ 1 ε	4.3
17	11 14	1 W	ζ 1.5 ι 2 δ 2.5 ε	4.1	4	11 43	1	ζ 1 δ 2 p 1.5 ε	3.8
19	12 7	2	ζ 2 ι 3 δ 1 ε	4.3	5	11 8	1 W	ζ 2 δ 2.5 p 1.5 ε	3.9
Juni 3	11 0	3 W	ι 3.5 δ 1 p 1 ε	4.0	10	10 22	3	ζ 2 δ 2 p 1 ε	3.9
4	11 15	3	ι 2.5 p 1.5 δ 2.5 ε	4.1	13	10 55	1	ζ 2.5 p 1.5 δ 1 ε	4.2
7	10 18	4 W	ζ 2 δ 3 ε	4.0	15	10 15	1	ζ 1 δ 1.5 p 1.5 ε	3.8
11	11 8	2	ζ 3 δ 1.5 p 2.5 ε	4.0	16	11 35	1	ζ 1.5 δ 1.5 p 1.5 ε	3.9
13	10 41	3	ζ 3.5 p 0.5 δ 3 ε	4.1	30	8 33	1	ζ 3 p 1 δ 2 ε	4.1
14	11 34	1	ζ 3 p 1 δ 2.5 ε	4.1	Sept. 5	9 6	2	ζ 2 δ 1 p 2 ε	3.9
16	10 56	1	ζ 4 p 1 δ 2 ε	4.2					

β Pegasi

Vergleichsterne:			Größe	
β Andromedae	$= \beta'$		= 2.33	P.D.
α »	$= \alpha'$		2.44	»
α Pegasi			3.20	»
η »			3.24	»
γ »			3.28	»
μ »			3.87	»

1903/04	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.	1904	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.
Juli 1	$12^h 20^m$	1	α' 2 α 1 β 1.5 η 1.5 μ	3.2	Juni 16	$12^h 15^m$	1	β 2 η 1.5 μ	2.5
2	12 15	1	α' 4 α 0 β 2 η 1 γ 1 μ	3.1	19	12 26	3	α' 1.5 β 2 η 3.5 μ	2.5
Aug. 25	10 53	3	α' 3 α 0 β 1 η 1 μ	3.2	21	12 20	1	β 3 η 2.5 μ	2.5
27	11 58	1	α' 2 α 1 β 2 η 0 γ 3 μ	3.1	28	10 42	1 M_4 h	β 3 η 2 μ	2.4
30	11 50	1	α' 2 α 1 β 1 η 2 μ	3.2	Juli 6	12 0	1	β 3 η 2.5 μ	2.5
Nov. 14	9 5	1	α' 2 α 1 β 1 η 0 γ 2 μ	3.2	7	13 32	1 M_1	α' 0 β 3 η 2.5 μ	2.5
					16	12 50	1	β' 0 β 3 η 1.5 μ	2.4
Jan. 11	6 20	4	β 3 η 1 γ 6 μ	3.0	19	12 3	1	β' 2 β 3 η 1.5 μ	2.8
Juni 11	12 45	2	α' 2 β 1 α 2 η 2.5 μ	2.9	29	10 6	2 M_3	β' 1.5 β 3 η 2.5 μ	2.7
14	12 36	1	β 2.5 η 2 μ	2.5	Aug. 16	11 39	1	β' 1 β 3 η 2 μ	2.6

1904 Juni 11: Zeit unsicher.

PUBLIKATIONEN
DES
ASTROPHYSIKALISCHEN INSTITUTS
KÖNIGSTUHL-HEIDELBERG

BAND II. No. 5.

Königstuhl-Nebel-Liste 5.

Mittlere Örter, Beschreibung und Helligkeitsvergleichung von 239 Nebelflecken bei 12 Canum.

Der folgende Katalog enthält die Örter von 239 Nebelflecken zwischen

AR.	NPD.
$12^h 35^m$	$48^\circ\ 2'$
und	
$13^h\ 5^m$	$54^\circ 27'$.

Die Aufsuchung, Vergleichung und Beschreibung der Nebel erfolgte am Stereokomparator auf zwei Aufnahmen vom Bruce-Teleskop. Die Messung geschah auf der Platte B 710, welche am 21. März 1903 von $9^h 11^m\!.0$ bis $12^h 13^m\!.0$ M.Z. Königstuhl mit der Linse b des Bruce-Teleskops aufgenommen worden ist. Die Vermessung wurde am parallaktischen Meßapparat ausgeführt.

Ich möchte hier kurz das Verfahren beschreiben, das ich jetzt beim parallaktischen Meßapparat anzuwenden pflege.

Der Apparat wird möglichst genau auf die Platte mit Hilfe der Orientierungssterne justiert, so daß die abgelesenen Koordinaten mit den Katalogskoordinaten der Sterne möglichst übereinstimmen.

Wenn das geschehen ist, geht es an die Ausmessung selbst. In jeder, in der Richtung der Deklination etwa $1^\circ 20'$ breiten, in der Richtung der Rektaszension über die ganze Platte sich erstreckenden Zone werden alle Objekte mit der Deklinationsschraube des Fadenmikrometers und in Rektaszension durch Ablesung des Stundenkreises gemessen. Die Messungen werden für die Instrumentalfehler korrigiert, und aus den Einzelmessungen die Mittel gebildet.

Dabei werden möglichst viele Anschlußsterne mitgemessen. Aus den Deklinationsdifferenzen aller Anschlußsterne der Zone wird ein mittlerer Wert der Schraubenrevolution berechnet. Mit diesem Schraubenwert werden dann die Deklinationen aller benutzten Anschlußsterne wieder berechnet, wobei man vom Mittel aller Deklinationen ausgeht. Diese Berechnung geschieht, ebenso wie später für die Nebel, mittelst einer Tafel, zu welcher für jede andere Zone oder Platte nur eine kleine Korrektionstabelle aufgestellt zu werden braucht. — Dann werden die Differenzen dieser berechneten Deklinationen gegen die Katalogsdeklinationen, »die Abweichungen«, gebildet.

Jetzt wird von der betreffenden Zone der Platte, und zwar mit allen auf der Glasseite aufgeschriebenen Bezeichnungen der Sterne und Nebel eine Photographie auf starkem Papier hergestellt. Auf diesem Bild werden bei den Anschlußsternen die obengenannten Abweichungen eingetragen, die gewöhnlich in übersichtlicher Weise über das Bild hin variieren. Nun werden auf diesem Bild zu den Abweichungen Isoplethen gezeichnet.

Da das Bild nicht nur die Sterne, sondern auch alle gemessenen Nebel enthält, so kann man jetzt mit spielender Leichtigkeit aus den Isoplethen für jeden gemessenen Nebel seine Abweichung ablesen.

Hat man für jeden Nebel mit dem aus allen Anschlußsternen ermittelten Revolutionswert die Deklination

berechnet, so braucht man nur noch die aus der Isoplethenkarte abgelesene Abweichung an der berechneten Deklination anzubringen, um die definitive Deklination für den betreffenden Nebel zu erhalten.

Das Prinzip besteht also darin, daß man gar keine Rücksicht auf Justierfehler, Aberration, Refraktion usw. nimmt, sondern an den Anschlußsternen für jede Stelle der Platte die vereinigten Fehler gegen den Katalog empirisch ermittelt, mit diesen Abweichungen Isoplethen konstruiert und aus diesen die Fehler für jedes gemessene Objekt abliest, um sie anzubringen.

Weniger streng, aber praktisch meist genügend und leichter auszuführen, als das Entwerfen der Kurven, ist folgendes auf dem gleichen Gedanken beruhendes Verfahren.

Es werden auf einer Photographie der Zone die rechtwinkeligen Koordinaten jedes Sternes mit einem Maßstab abgelesen. Dieselben geben zusammen mit der »Abweichung« für jeden Stern eine lineare Gleichung von der Form

$$aX + bY = v,$$

wo a und b die abgelesenen rechtwinkeligen Koordinaten des Sternes in Millimetern und v die obengenannte Abweichung in Deklination in Hundertelbogensekunden bedeutet. Hierfür können die a und b von der Mitte der Zone aus abgelesen werden, wo v praktisch gleich Null ist. Man erhält so für die Zone ein System von linearen Gleichungen

$$\begin{aligned} a_1 X + b_1 Y &= v_1 \\ a_2 X + b_2 Y &= v_2 \\ \vdots \quad\quad \vdots \quad &\quad \vdots \end{aligned}$$

welches nach der Methode der kleinsten Quadrate aufgelöst, die wahrscheinlichsten Werte für X und Y ergibt. Mit diesen Werten von X und Y kann man dann für jeden Punkt der Zone die »Abweichung« v berechnen und sich ein geradliniges Netz auf das Bild der Zone eintragen, um dort die Abweichung für die Deklination jedes einzelnen gemessenen Nebels abzulesen.

Die so gefundene Abweichung wird ebenso wie im ersten Falle an der mit dem mittleren Revolutionswert berechneten Deklination des Nebels angebracht, um die definitive Deklination zu erhalten.

Ganz ebenso verfährt man für die Rektaszensionen. Bedingung für die Anwendbarkeit des Verfahrens ist, daß man möglichst viele Anschlußsterne benutzt. Dabei erhält man aber auch den großen Vorteil, daß die Resultate von den unbekannten Eigenbewegungen der Katalogsterne zum großen Teile befreit werden. Gleichzeitig springen die Sterne mit unbekannten größeren Eigenbewegungen sofort in die Augen und können bei der Ausgleichung weggelassen werden.

Natürlich könnte man sich auf diesem Wege durch den parallaktischen Meßapparat eine Vorstellung von zahlreichen Eigenbewegungen verschaffen.

Bei der Ausmessung der Platte B 710 wurden 53 Anschlußsterne aus A.G. Lund und 36 Anschlußsterne aus A.G. Bonn benutzt, also zusammen 89 Anschlußsterne. Es hat keinen Nutzen, die Nummern der Sterne anzuführen. Bei der zentralen Zone wurde die Deklination wie gewöhnlich mit dem Fadenmikrometer ermittelt. Die Objekte dieser Zone führen in der folgenden Liste ein *. Bei allen übrigen Objekten sind die Deklinationen versuchsweise am Kreis bestimmt, und zwar wurde die Platte zweimal zu verschiedenen Zeiten durchgemessen. Die Rektaszensionen sind, wie stets, am Kreis ermittelt. Die Deklinationen der mit * versehenen Nummern dürften besser sein, als die der übrigen.

Die Bezeichnungen bei der Beschreibung sind die gleichen wie früher. Nur bei den spiralförmigen Nebelflecken ist noch der Drehungssinn der Spirale durch die Zeichen S und Ƨ angedeutet.

Von den 239 Objekten finden sich 11 im Dreyerschen N.G.C. Das Verhältnis von neuen zu alten Nebelflecken stellt sich daher in dieser Gegend auf 22 zu 1.

Die Aufsuchung, Vergleichung der Platten am Stereokomparator, die Beschreibung, Schätzung und die Einstellung der Nebel ist vom Unterzeichneten gemacht, die Ablesung des Stundenkreises von Herrn Götz; die Berechnung ist von uns beiden ausgeführt.

Königstuhl, November 1904. **Max Wolf.**

No.	Nachweis *)	A.R. 1875	Präz. 1900	N.P.D. 1875	Präz. 1900	Klasse	Größe	Helligkeit	P.W.	Vergleichung	Bemerkungen
1		$12^h\ 35^m\ 33^s.0$	$2^s.89$	48° 9′ 53″	19″.8	I_3	pL	!! cB	55°	1 ⊃ 2 ⊃ 3	Af
2		35 33.4	»	48 11 17	»	II_1	pS	! pF			2, 3, 1 conn
3		35 36.4	»	48 10 32	»	II_1	pS	F		3 ⊃ 11	
4		35 53.6	»	48 2 23	»	II_1	pL	! pB		1 ⊃ 4, 4 ⊃ 2	p R
*5		35 59.7	2.90	50 12 39	»	II_1	S	F		5 ⊃ 25	p R
*6		36 0.3	»	50 13 49	»	I_3	vS	cF	135	6 ⊃ 5	? Af, ✱ 13 s p ¼′
*7		36 14.4	»	50 48 45	»	II	cL	! vF		7 ⊃ 22	dif, sev N'
8		36 58.7	2.89	49 28 3	»	II_1	S	vF		8 = 52	? neb ✱
*9		37 20.5	2.90	51 20 21	»	II_1	vS	F	60	9 = 18	2 ✱' 11 s f
10 [1]		37 27.5	»	51 19 56	»	I_1	vS	pF			neb ✱
11		38 5.6	2.87	48 8 51	»	III	pS	F		3 ⊃ 11	✱ 13 s f 1′
12		38 24.4	2.88	49 47 23	»	I_3	cS	F	150	12 ⊃ 16	? Af, ✱ 14 n p
13	N. 4662	38 25.3	2.90	52 11 34	»	I_1	pL	! pF		13 ⊃ 42	plan N
14		38 32.6	2.87	48 34 35	»	I_1	vS	pF		14 ⊃ 21, 21 > 14	
15		38 44.9	»	48 38 14	»	I_3	cS	! F	145	21 ⊃ 15	l
16		38 54.5	2.88	49 57 37	»	II_1	vS	F		16 ⊃ 25	bei 16 & 12 sev neb ✱'
*17		39 32.0	2.89	51 29 33	»	II_1	S	F		17 ⊃ 19	? A
*18		39 35.0	»	51 20 50	»	II_1	vS	F		17 ⊃ 18 ⊃ 19	
*19		39 45.7	»	51 29 33	»	II_1	vS	F		19 ⊇ 18	neb ✱ 15 p
*20		40 1.0	2.88	50 48 10	19.7	II	S	! pF		20 ⊃ 36	✱ 13 inv; A'
21		40 3.0	2.87	48 32 24	»	I_1	S	pF		28 ⊃ 21 ⊃ 31	neb ✱
*22		40 36.7	2.88	50 44 32	»	II_1	S	vF		20 ⊃ 22	
23		40 44.8	2.87	48 43 12	»	II_1	S	vF		24 ⊃ 23	
24		40 51.6	»	48 50 48	»	II_1	vS	F		24 = 50	
*25		40 55.0	2.88	50 8 39	»	II	S	vF			p dif
26		40 56.3	2.90	52 47 1	»	II_1	cS	pF		26 > 40	
27		41 0.7	»	53 1 33	»	II_1	cS	F		26 ⊃ 27, 27 > 26	
28		41 6.0	2.87	48 43 15	»	I_1	S	! pF		28 ⊃ 31	
29		41 11.7	»	49 4 56	»	I_2	vS	F		29 ⊃ 30	Ch 30°
30		41 19.6	»	48 56 21	»	I_1	vS	F		30 ⊃ 24	
31		41 31.6	2.86	48 45 7	»	II_1	S	! pF		31 > 28	
*32		41 39.4	2.87	50 16 20	»	II_1	S	vF		32 = 25	p dif
33		41 46.9	2.86	48 41 43	»	II_1	vS	F		33 ⊃ 23	
34		42 9.7	»	48 35 55	»	II_1	S	F	10	34 ⊇ 31	l l
35		42 28.0	2.88	52 44 28	»	II_1	S	F			
*36		42 45.2	2.87	51 4 18	»	I_1	vS	F		36 ⊃ 61	
37		42 45.9	2.89	53 59 8	»	I_3	pL	! pF	40	37 ⊃ 103	? Af, dif n p
*38		42 46.3	2.87	51 3 51	»	II					gr e F Neb' & ✱'
39		43 3.6	2.85	48 43 25	»	II_1	S	pF		39 ⊃ 34	✱ 14 f ¼′
40		43 5.7	2.88	52 49 43	»	II_1	S	pF		26 ⊃ 40 ⊃ 35	

*) N. = Dreyer's New General Catalogue.

[1]) Nachträglich vermessen.

No.	Nachweis	A.R. 1875	Präz. 1900	N.P.D. 1875	Präz. 1900	Klasse	Größe	Helligkeit	P.W.	Vergleichung	Bemerkungen
41		$12^h 43^m 8^s.5$	$2^s.85$	48° 40′ 22″	19″.7	II_1	vS	cF		39 ⊃ 41	
42		43 30.5	2.87	52 4 57	»	I_1	vS	pF		42 ⊃ 43	
43		43 40.7	»	52 11 51	»	II_1	vS	vF		66 ⊃ 43 ⊃ 70	
44		43 49.7	2.85	48 26 2	»	II_1	cS	vF			
*45		44 23.9	2.87	51 22 11	»	II_1	vS	F		45 ⊃ 134. 45 ⊃ 17	? neb ✱
46		44 54.9	2.85	49 30 36	»	II_1	S	F		46 ⊃ 98	p dif
47 [1]		44 59.5	2.84	48 11 57	»	I_3	vL	!!! vB	300″	47 ⊃ t, 47 ⊃ 235	[2]
48		45 1.3	2.85	49 7 49	»	II_1	vS	vF		48 ⊃ 50	
49		45 9.5	»	49 8 1	»	II_1	vS	vF	120	48 ⊃ 49	11
50		45 42.2	2.84	48 56 53	»	III	cS	vF			neb ✱ n p ½′
*51		45 43.9	2.85	50 19 5	»	II_1	vS	F	160	51 ⊂ 72	v nw, bei 3 ✱′
52		46 11.9	2.84	49 30 10	19.6	II_1	S	vF		46 ⊃ 52	
*53		46 13.8	2.85	50 42 4	»	II_1	S	vF		22 ⊃ 53	
54		46 44.3	2.83	48 32 48	»	II_1	vS	vF			✱ 14 n f ½′
55		46 46.6	2.84	49 13 5	»	II_1	vS	pF		55 ⊃ 46	11 N
56		47 6.3	2.87	53 32 47	»	I_3	pS	F	60	56 ⊃ 62	Af ?
57	N. 4774	47 10.3	2.86	52 30 4	»	II_1	cS	! pB		57 ⊃ 92	fan shaped, N n
*58		47 15.3	2.85	50 29 39	»	II	S	eF			p dif
59		47 22.3	2.83	48 28 31	»	III	pL	vF			diffic, dif, ✱ 15 f
60		47 26.5	2.86	52 31 49	»	I_1	eS	pF		60 ⊃ 96	
*61		47 56.3	2.85	51 2 22	»	II_1	eS	F		63 ⊃ 61	? neb ✱
62		47 57.0	2.86	53 14 6	»	II	pS	vF			att ✱ 15, dif
*63		47 59.8	2.84	50 50 22	»	II_1	S	F		63 ⊃ 53	✱ 14 app
64		48 37.5	2.83	49 15 2	»	I_2	vS	vF		64 ⊃ 67	
*65		48 37.7	2.84	50 41 37	»	I_4	S	F		65 ⊃ 58	
66		48 47.2	2.85	52 9 59	»	I_1	S	F		66 ⊃ 70, 66 ⊂ 102	neb ✱
67		48 51.5	2.83	49 0 57	»	II_1	vS	vF		67 = 81 ⊃ 78	
68		48 53.9	»	49 45 1	»	II_1	S	! F	60		N in ell Neb
69		48 54.7	2.86	53 18 18	»	II	S	vF		71 ⊃ 69 ⊃ 83	diffic
70		48 54.9	2.85	52 7 56	»	II_1	S	vF			
71		49 1.8	2.86	53 16 3	»	II	S	vF			diffic
72		49 12.8	2.83	50 5 52	»	II_1	S	! F		72 = 68	A`
*73		49 13.5	2.84	50 45 24	»	II_1	S	vF		73 ⊃ 65. 65 > 73	
74		49 16.5	2.83	50 7 4	»	II_1	cS	! F		72 ⊃ 74	
75		49 26.8	»	49 39 11	»	I_3	vS	F	40	84 ⊃ 75	
76		49 28.4	2.84	51 44 25	»	II	vS	eF			v diffic, att e F ✱ pr
77		49 42.3	2.86	53 19 40	»	I_1	vS	pF		77 ⊃ 106	neb ✱
78		49 47.3	2.82	48 55 22	»	II_1	vS	vF		81 ⊇ 78	
79		49 49.6	2.85	53 1 40	»	I_2	S	F	60	79 ⊃ 85. 79 > 92	Spiral 2
80		49 59.8	2.82	48 51 25	»	II_1	S	vF		125 ⊃ 80	

[1] A.G. Bonn 8688. [2] Die innern Teile, etwa 100″ d, sehr hell, wie ein Auge geformt; weiter außen diffuse Nebelmasse mit Spiralarmen 2.

No.	Nachweis	A.R. 1875	Präz. 1900	N.P.D. 1875	Präz. 1900	Klasse	Größe	Helligkeit	P.W.	Vergleichung	Bemerkungen
81		12h 50m 11.4s	2.82s	48° 56′ 10″	19.6″	I_1	vS	vF		80 ⊃ 81	
82		50 12.9	2.83	49 35 56	»	I_1	vS	vF			? neb ✱✱
83		50 13.3	2.86	53 41 12	»	II	pS	vF			dif, diffic
84		50 16.0	2.82	49 24 48	»	II_1	vS	F		84 ⊃ 98, 84 ⊃ 52	
85		50 27.4	2.85	52 57 28	»	II_1	vS	eF		85 ⊂ 121	
*86		50 38.5	2.83	50 42 35	»	I_2	S	pF		86 ⊃ 94	plan N, ? spiral
*87		50 56.0	»	50 47 38	»	I_2	vS	F		87 ⊃ 89	
88		50 58.8	2.82	49 21 54	»	II_1	vS	F	20°	88 ⊃ 84, 88 ⊃ 182	11
*89		51 4.2	2.83	50 41 3	»	I_2	vS	F		89 ⊃ 94	
*90		51 5.4	»	50 50 44	»	II	vS	vF		87 ⊃ 90 ⊃ 73	
*91		51 8.0	2.84	51 22 3	»	I_8	eS	pF		91 ⊃ 180	
92		51 20.2	2.85	52 53 59	»	I_8	vS	pF	60	92 ⊃ 96, 92 ⊃ 120, 92 ⊃ 79	
93		51 30.2	2.81	48 53 43	19.5	III	pL	vF			dif, att ✱ 13
*94		51 31.2	2.83	50 33 44	»	II_1	vS	F		89 ⊃ 94	? neb ✱
95	N. 4846[1]	51 53.1	2.85	52 57 2	»	I_8	pS	! pF	60	92 ⊃ 95, 95 ⊃ 129	Af 60″ l
96		52 2.9	2.84	52 40 44	»	II_1	vS	F		96 ⊃ 133, 96 ⊃ 79	
97		52 21.5	2.85	53 29 13	»	I_1	vS	cF		106 ⊃ 97 ⊃ 105	
98		52 23.6	2.81	49 33 7	»	II_1	vS	F			
99		52 25.1	2.84	53 12 56	»	II_1	eS	eF		112 ⊃ 99, 99 ⊃ 85	
100		52 39.5	2.82	49 23 16	»	II_1	vS	F		88 ⊃ 100	
*101		53 0.9	»	50 27 19	»	II_1	cS	F		131 ⊃ 101 ⊇ 144	many others here
102		53 3.7	2.83	51 55 37	»	I_1	vS	F		102 = 134	
103		53 6.7	2.85	54 27 33	»	II_1	pL	! pF	30	103 ⊂ 37	? Af bet 2 ✱' 12
104	N. 4868	53 16.2	2.83	52 0 49	»	I_2	pL	!! B			Spiral ꙅ
105		53 18.7	2.84	53 28 20	»	II_1	S	F	40	106 ⊃ 105 ⊃ 99	
106		53 19.0	»	53 11 40	»	II_1	vS	pF	60	95 ⊃ 106, 106 ⊃ 143	
107[2]		53 22.5	2.80	48 55 14	»	I_5	vS	F	120	107 ⊃ 123	✱ 15 att p end
108		53 24.4	2.83	52 2 41	»	I_1	vS	vF		108 ⊃ 120	
109	N. 4870	53 24.8	»	52 16 28	»	II_1	S	cF	345	109 ⊂ 136, 109 ⊃ 146	
*110		53 24.9	2.82	50 26 37	»	I_3	vS	pF	40	110 = 130	
111		53 26.3	2.83	52 31 40	»	II_1	S	vF		126 ⊃ 111	
112		53 27.2	2.84	52 59 56	»	I_1	eS	F		112 ⊃ 85, 112 ⊂ 143	
*113		53 27.5	2.81	50 10 29	»	II_2	vS	eF			
114		53 27.9	»	50 10 41	»	II_2	S	F		114 ⊃ 145	
115		53 28.8	2.83	52 5 46	»	II_1	vS	eF			diffic, Ch to ✱ n
116		53 29.1	2.81	49 14 38	»	I_1	vS	F			bet 2 ✱' 13
*117		53 29.2	»	50 10 8	»	II_2	vS	eF			[3]
118		53 29.8	»	50 4 39	»	II_1	S	F	35	118 ⊃ 114	A'
*119		53 34.0	2.82	50 35 31	»	I_1	vS	pF		119 ⊃ 185, 119 = 131	
120		53 34.7	2.83	52 4 38	»	II	S	vF	40		

[1] N.G.C. 4846 steht nicht an dem im N.G.C. angegebenen Ort; es scheint, daß das dortige 51°57′ in 52°57′ zu ändern ist, d.h. daß ein Fehler von 1° im N.G.C. vorliegt. [2] Nordende gemessen. [3] 113 u. 117 bilden mit 114 zusammen einen Nebel, äußerst schwierig, unsicher.

No.	Nachweis	A.R. 1875	Präz. 1900	N.P.D. 1875	Präz. 1900	Klasse	Größe	Helligkeit	P.W.	Vergleichung	Bemerkungen
121		12h 53m 36.1s	2.84s	52° 32′ 16″	19.5″	II_1	vS	vF		121) 133	
122		53 40.0	»	52 33 7	»	II_1	vS	F		122) 121	
123		53 41.7	2.80	48 43 27	»	II_1	vS	F			
*124 [1]		53 42.8	2.82	50 26 17	»	II_1	S	F			✱ 14 neb A'
125		53 42.8	2.80	48 51 29	»	I_1	vS	F		125) 123	neb ✱
126		53 43.4	2.84	52 37 36	»	II	S	vF		126) 122, 126 (129	△ 2 ✱'
127		53 46.6	2.81	49 44 22	»	II_2	vS	vF			diffic 2 N'? neb ✱'
*128		53 47.5	2.82	50 27 18	»	I_1	vS	pF		131) 128) 144	
129		53 47.7	2.83	52 33 7	»	II_1	S	pF		129) 122	m F Neb' II_1 here
*130		53 48.7	2.82	50 30 35	»	II_1	vS	pF		130) 119	
*131		53 52.1	»	50 30 51	»	II_1	vS	pF		130) 131) 144	
132		53 56.5	2.83	52 18 58	»	II	S	vF		151) 132, 132) 108	
133		53 59.0	»	52 39 49	»	I_1	vS	vF		133 > 152, 152) 133	
*134		54 2.3	2.82	51 26 47	»	II_1	vS	F		179) 134, 134) 184	
135		54 5.3	2.83	52 7 26	»	II_1	vS	vF			
136		54 7.3	»	52 7 47	»	II_1	S	cF		136) 115, 136) 171	
137		54 7.5	»	52 7 59	»	II_1	vS	F		137) 120, 137) 135	app 136
138		54 9.4	2.80	48 50 29	»	II_1	S	vF			v i F
*139		54 11.6	2.82	50 43 2	»	III	pL	eF			
*140		54 14.2	»	50 50 47	»	II_1	eS	eF			
141		54 15.6	2.80	48 48 56	»	II_1	vS	vF		141) 138	
142a	N. 4893	54 16.8	2.83	52 0 49	»	II_1	pL	vF			v i F, app ✱ 10 f, ✱ [measured
142b		54 20.9	»	52 11 5	»	II_1	S	F		137) 142b, 142b) 115	
143		54 22.4	2.84	53 4 15	»	II_1	eS	F		95) 143, 143) 168	
*144		54 23.9	2.81	50 33 59	»	II_1	vS	vF			
*145		54 25.5	»	50 10 54	»	I_1	S	vF			
146		54 26.7	2.83	52 16 47	»	II_1	S	cF		146) 150, 136) 146	
147		54 27.9	2.80	49 1 39	»	II_1	S	vF		147 = 189	diffic, v i F
148		54 28.1	2.83	52 24 53	»	II_1	vS	vF		148) 132	
*149		54 28.7	2.81	50 19 25	»	II_1	vS	F			✱ 15 neb A' [2]
150		54 29.1	2.83	52 17 2	»	II_1	vS	F		142b) 150, 150) 148	
151		54 42.7	»	52 15 11	»	II	S	vF	340°	135) 151, 151 > 135	
152		54 46.9	»	52 38 25	»	I_1	vS	F		152) 148, 152 (179a	
153		54 48.9	2.80	49 29 49	»	II_1	vS	vF			
154		54 49.5	2.83	52 58 49	»	I_1	vS	pB		154) 92	neb ✱
155	N. 4914	54 50.9	»	52 0 29	»	I_2	pL	!B	335		
156		54 50.9	»	52 35 13	»	II_1	S	vF	30	156 = 178	? ✱ ✱
157		54 52.3	2.80	49 39 31	»	II_1	vS	vF			
158	N. 4912 [3]	54 52.7	»	51 56 27	»	I_1	vS	F		158) 134, 158 (173	
159a		54 55.6	»	49 34 28	»	II_1	vS	F			exc

[1] Nachträglich durch Anschluß an 128 bestimmt. [2] 149 bildet ein Viereck mit 3 Sternchen, von denen die schwächeren wohl neblig sind. [3] N.G.C. 4913, der hier folgen soll, ist nicht mit Sicherheit auf den Platten zu erkennen.

No.	Nachweis	A.R. 1875	Präz. 1900	N.P.D. 1875	Präz. 1900	Klasse	Größe	Helligkeit	P.W.	Vergleichung	Bemerkungen
159b	N. 4916	12^h 55^m $0^s.2$	$2^s.80$	51° 59′ 29″	19″.5	II	cS	eF			v i F
160		55 4.7	2.79	48 44 24	»	II_1	cS	! vF		181 ⊃ 160	
161		55 8.6	2.80	49 44 28	»	II_2	S	vF		157 ⊃ 161, 161 > 157	
162		55 9.9	»	49 28 4	»	II_1	cS	vF		159a ⊃ 153 ⊃ 162	
163		55 17.2	»	50 4 52	»	II_1	S	F		163 = 114	E n s (Ch)
164		55 19.1	»	49 29 20	»	I_1	S	! pF		164 ⊃ 181	? spiral
165		55 22.1	»	49 34 52	»	I_1	vS	vF		165 ⊃ 153, 165 ⊃ 162	neb ✱
166		55 31.3	»	49 23 14	»	II_1	vS	vF		167 ⊃ 166	
167		55 31.5	»	49 25 42	»	II_1	vS	vF		167 ⊃ 162	
168		55 31.9	2.83	53 13 33	»	II_1	cS	vF		99 ⊃ 168	e F N, p R
169		55 33.9	2.82	51 58 9	»	II	S	eF		169 ⊂ 120	diffic
170		55 37.3	2.80	49 24 50	»	II_1	vS	F		164 ⊃ 170 ⊃ 167	
171		55 42.9	2.82	51 56 18	»	I_1	S	F		171 ⊃ 173, 171 ⊃ 137	
172		55 43.5	2.83	52 43 58	»	II_1	vS	pF		172 ⊃ 179a	
173		55 47.8	2.82	51 59 15	»	II	S	F		173 ⊃ 158	
*174		55 48.4	2.81	51 11 5	»	II_1	vS	F		174 = 195	neb ✱
175		55 49.4	2.82	52 21 32	»	I_1	vS	pF		175 ⊃ 135	
176		55 49.4	2.80	49 37 25	»	I_1	vS	vF		176 ⊇ 157	
177		55 50.7	2.83	52 40 43	»	II_1	pS	F		129 ⊇ 177, 177 > 129	✱ 15 n
178		55 54.3	»	52 29 23	»	II_1	S	vF	330°	178 ⊇ 148	A
*179		56 8.3	2.82	51 31 56	»	II_1	vS	F		180 = 179	
179a		56 13.0	»	52 43 19	»	II_1	vS	pF		179a ⊃ 177	
*180		56 13.7	2.81	51 20 42	»	I_1	vS	F		180 ⊃ 195	
181		56 17.4	2.79	48 55 7	»	II_1	cS	! pF		181 ⊃ 209, 181 > 164	3 W'
182		56 26.1	»	49 23 14	19.4	II_1	vS	vF		88 ⊃ 182 ⊃ 166	
183		56 26.1	2.83	53 10 34	»	I_1	vS	F		154 ⊃ 183, 183 ⊃ 143	neb ✱
*184		56 28.5	2.81	51 18 32	»	II_1	vS	F		195 ⊃ 184	
*185		56 28.6	2.80	50 44 8	»	II_1	S	F		187 ⊃ 185 ⊃ 186	
*186		56 29.0	2.81	51 3 14	»	II_1	vS	vF			neb ✱
*187		56 41.9	2.80	50 50 56	»	II_1	vS	F		187 ⊃ 192	
188		56 53.6	2.81	52 7 1	»	II_1	S	F		190 ⊃ 188	diffic
189		56 54.5	2.79	49 13 27	»	II_1	S	vF			v i F
190		56 57.5	2.81	52 6 16	»	II_1	pL	F		190 ⊂ 173	
191		57 1.4	2.78	48 48 7	»	II_1	S	vF			neb ✱
*192		57 4.0	2.81	51 2 5	»	I_1	vS	F		192 ⊃ 204	
193		57 10.4	2.82	52 14 40	»	II_1	vS	cF		193 ⊃ 190, 193 = 146	
*194		57 16.4	2.81	51 0 45	»	II_1	S	! F		194 ⊃ 202	fan shaped, N s
*195		57 27.9	»	51 16 50	»	II_1	vS	F		195 ⊃ 199, 195 = 204	neb ✱
*196		57 36.9	2.80	50 22 42	»	II_1	cS	F			W'
*197		57 45.2	»	50 56 59	»	I_1	vS	F		192 ⊃ 197 ⊃ 204	
198		57 49.9	2.78	49 4 52	»	II_1	cS	! vF		198 ⊃ 189	

No.	Nachweis	A.R. 1875	Präz. 1900	N.P.D. 1875	Präz. 1900	Klasse	Größe	Helligkeit	P.W.	Vergleichung	Bemerkungen
*199		12h 57m 58s.3	2s.80	51° 8′ 3″	19″.4	II_1	vS	vF		199 ⊃ 186	
200		57 59.1	2.78	49 7 16	»	II_1	S	F		200 ⊃ 182	att dif Neb
201		57 59.3	2.81	52 23 4	»	II	cS	F		201 = 190	
*202		58 0.4	2.80	51 2 25	»	II_2	S	vF	130°		l
203		58 7.9	2.81	52 28 18	»	II	cS	vF		188 ⊇ 203	
*204		58 9.6	2.80	51 7 48	»	II_1	vS	F		204 ⊃ 199	
205		58 22.2	2.78	49 18 52	»	II_2	S	vF		205 ⊇ 189, 205 ⊃ 198	dif
*206		58 30.0	2.79	50 39 50	»	II_2	pL	eF			? 2 N'
207		58 33.9	2.82	52 50 53	»	II_1	S	F		177 ⊇ 207 ⊃ 219	
208		58 49.0	2.78	49 21 5	»	II_1	vS	F		208 ⊃ 205	A
209		59 10.3	»	49 24 22	»	II_2	cS	! F			p dif
210		59 24.4	2.77	49 6 40	»	I_1	vS	F		210 ⊃ 198	✱ 13 s p ¼′
*211		59 25.0	2.79	50 33 21	»	II_1	S	vF		211 ⊃ 196	
212		59 27.4	2.81	53 13 35	»	I_3	cS	F	60		? Af
213		59 38.0	»	52 55 51	»	II_1	S	vF		219 ⊃ 213 ⊃ 220	
214		59 50.1	»	53 18 41	»	I_1	cS	vF		212 ⊃ 214 ⊃ 213	p dif
215		12 59 57.0	2.80	52 8 1	»	II_1	vS	F		215 ⊃ 188	✱ 14 p
216		13 0 0.4	»	51 43 17	»	II_1	vL	! cF		216 ⊃ 222, 216 ⊃ 232	
*217		0 4.7	2.79	50 29 36	»	II_1	S	pF		217 ⊃ 211	
218		0 7.7	2.80	52 20 43	»	II_1	S	F	25	218 ⊃ 226, 218 ⊂ 215	
219		0 8.9	2.81	53 1 48	»	II_1	S	F		219 ⊃ 213	✱✱ 12 & 14 s cca 30″
220		0 12.0	»	52 59 57	»	II	S	vF			? vF Neb p 1′, diffic
221		0 12.7	»	53 20 56	»	I_3	pS	! pF	60	95 ⊃ 221 ⊃ 212	?Af, inv dif Neb E 150°
222		0 17.2	2.80	51 43 5	»	II	cS	vF		222 ⊃ 223	diffic
223		0 19.8	»	51 43 29	»	II_1	S	vF			v diffic
224		0 20.0	2.78	49 54 28	»	II_1	S	pF		224 ⊃ 231	eF ✱ att n p
*225		0 20.8	»	50 27 22	»	II_1	S	F		217 ⊃ 225	
226		0 26.4	2.80	52 17 19	»	II	S	vF		226 ⊂ 201	
227		1 42.6	2.81	53 28 27	19.3	II_1	S	F		228 ⊃ 227 ⊃ 214	
228		2 0.9	»	53 29 51	»	II_1	S	F		219 ⊃ 228	
229		2 34.7	2.76	48 54 18	»	II_2	S	eF			dif
230		2 36.6	2.77	49 52 20	»	II_1	cS	F	40	231 ⊃ 230, 230 > 231	A', ? spiral
*231		3 37.3	»	50 18 38	»	II_1	S	pF		217 ⊃ 231	
*232		3 40.2	2.78	51 30 38	»	II	cS	vF		232 ⊃ 222	
233		3 51.0	2.79	52 4 39	»	I_2	cS	F	55	233 ⊃ 215	spiral S
234	N. 5002	4 50.6	»	52 41 54	»	I_1	pS	pF			eF ✱ app [1])
235	N. 5005	5 9.6	2.78	52 16 43	»	I_3	vL	!! B	65	235 ⊃ 104, 155 ⊃ 235, [235 ⊃ 1	Af, f b
236		5 10.1	»	52 9 31	»	I_3	S	cF	315	236 ⊃ 233, 233 > 236	

[1]) Nahe am Rand der Platte.

PUBLIKATIONEN
DES
ASTROPHYSIKALISCHEN INSTITUTS
KÖNIGSTUHL-HEIDELBERG

BAND II. No. 6.

Untersuchung von Mikrometerschrauben.

Da die Spitze der von M. Sendtner in München angefertigten Mikrometerschraube des parallaktischen Meßapparates sich beim Auseinandernehmen des Mikrometers etwas angefressen zeigte, so wurde sie in unserer Werkstatt neu abgedreht und poliert. Ein neues glashartes Stahlwiderlager wurde in die Gegenschraube eingesetzt. Die Schraube wurde gereinigt und neu justiert, das Zählwerk verbessert.

Die Schraube war bereits früher von Schwaßmann (Publ. d. Astrophys. Inst. Bd. I pg. 41) untersucht worden. Natürlich konnten nach den vorgenommenen Änderungen die früher gefundenen Fehler jetzt nicht mehr weiter benutzt werden. Es mußte eine Neubestimmung der Fehler der Schraube ausgeführt werden.

Da der zur Ausmessung der Sternphotographien bestimmte rechtwinkelige Meßapparat von Repsold sich vorzüglich zur Untersuchung von Mikrometerschrauben nach der von Dunér erdachten Methode eignet, wenn man an Stelle der Platte das zu untersuchende Mikrometer befestigt und dasselbe mit dem Einstellmikroskop untersucht, so habe ich auf Wunsch von Prof. Wolf die Untersuchung des Mikrometers am Repsoldapparat ausgeführt.

Dabei wurde gleichzeitig auch das Mikrometer des Einstellmikroskopes des Repsoldapparates selbst untersucht.

A. Untersuchung der Mikrometerschraube des Repsold'schen Meßapparates.

1. Periodische Fehler. Die Bestimmung der periodischen Fehler der Mikrometerschraube des Repsold-schen Meßapparates erfolgte nach einem zuerst von Dunér*) angewandten Verfahren. Man mißt dabei die lineare Verschiebung der Fäden bei der Drehung der Trommel um je $\frac{1}{10}$ Revolution mit einer zweiten Mikrometerschraube.

In unserem Falle wurde das Mikrometer des parallaktischen Meßapparates zur Ausführung dieser Messungen benutzt. Dasselbe war auf einer speziell angefertigten eisernen Brücke auf dem Plattenrahmen des Repsold'schen Meßapparates aufgeschraubt. Sein Okular wurde so eingestellt, daß das Bild des Fadens in jene Ebene fiel, in der sonst die photographische Platte liegt. Nachdem dann die Bewegungsrichtungen der Schrauben aufeinander justiert waren, wurden die Messungen in der üblichen Weise durchgeführt. Mit dem Doppelfaden des Repsoldmikrometers wurde also $0^{R}.0$ fixiert, der Faden des Hilfsmikrometers so eingestellt, daß sein Bild genau zwischen dem Doppelfaden lag und abgelesen. Verfuhr man ebenso bei $0^{R}.1$, so ergab die Differenz die Länge des ersten Zehntels einer Revolution in Teilen des Hilfsmikrometers. So wurden alle Zehntel der Reihe nach durchgemessen. Um die Messungen frei von den Fehlern der Mikrometerschraube des parallaktischen Meßapparates zu erhalten, wurde stets dieselbe Stelle der Schraube benutzt, das Mikrometer also nach der Durchmessung jeder Zehntelsrevolution auf die Anfangsablesung gebracht, und das Repsoldmikroskop auf seiner Schlittenführung verschoben. Ferner wurde streng darauf geachtet, daß die Einstellungen stets nahe der Mitte des Gesichtsfeldes erfolgten.

*) N. C. Dunér, Mesures micrométriques d'étoiles doubles, Lund 1876.

Auf diese Art wurde die zweite und vierte Revolution der zu untersuchenden Schraube durchgemessen. Beide Messungsreihen zeigen keine systematischen Unterschiede und sind daher zu Mittelwerten vereinigt. Es ergibt sich:

Anfang	Gemessenes Intervall	Abweichung von $0^R.1$
$0^R.0$	$0^R.0987$	$-0^R.0013$
0.1	0.1007	+0.0007
0.2	0.1008	+0.0008
0.3	0.1001	+0.0001
0.4	0.1001	+0.0001
0.5	0.1003	+0.0003
0.6	0.0999	−0.0001
0.7	0.0999	−0.0001
0.8	0.1004	+0.0004
0.9	0.0991	−0.0009.

Jeder Wert ist das Mittel aus 20 Einstellungen. Aus den 200 Einzelmessungen findet sich der mittlere Fehler einer Distanzmessung $\pm 0^R.00098$ und somit als mittlerer Fehler eines der obigen Mittelwerte $\pm 0^R.00022$. Aus den Abweichungen vom Mittel folgt, daß die Ablesungen der Schraube zu korrigieren sind um

$$+0.00036 \cos u + 0.00023 \sin u + 0.00042 \sin 2u.$$

Der mittlere Fehler der ersten beiden Koeffizienten beträgt $\pm 0^R.00041$, der des letzten $\pm 0^R.00021$. Es kann also höchstens der Koeffizient des $\sin 2u$-Gliedes als reell angesehen werden. Die Vernachlässigung der periodischen Ungleichheiten würde bei der gegenwärtigen Einstellung des Mikroskopes für die Platten des Sechzehnzöllers, die bei genaueren Messungen allein in Betracht kommen, im Maximum einen Fehler von 0."047 zur Folge haben.

2. Fortschreitende Fehler. Die Mikrometerschraube pflegt beim Ausmessen der Sternaufnahmen höchstens über 5 Revolutionen benutzt zu werden; bei größeren Distanzen werden die Einstellungen auf eine dem Mikrometerschlitten parallel laufende Millimeterskala bezogen. Die Bestimmung der fortschreitenden Fehler mit dem bei der Ermittelung der periodischen Fehler angewandten Hilfsmikrometer wäre zwar sehr bequem gewesen, da man sich mittelst der festen und beweglichen Fäden desselben jede beliebige Distanz hätte einstellen können; sie erwies sich aber als unzulässig, da schon bei einem Abstand von einer Revolution die durch das Okular entworfenen Bilder der Fäden im Mikroskop merkliche Krümmung zeigten. Es wurde daher zur Vergleichung der Schraubengänge eine Glasskala angewandt, welche aus einem in Zehntelmillimeter geteilten Centimetermaßstab bestand, und der Reihe nach eine darauf bestimmte Distanz von nahe 1, 2 und 3 Revolutionen von den Anfangspunkten 0, 1, 2, 3, 4 und 5 Revolutionen aus gemessen. Die Einstellungen sind mit dem Doppelfaden bewerkstelligt, wobei die Fäden zwei Teilstriche der Skala tangierten.

Die Messungen ergaben die folgenden Bedingungsgleichungen:

$$\begin{aligned}
x_1 &= +0.0558 + \varphi_{1.0} & x_2 &= -0.0315 + \varphi_{2.0}\\
x_1 &= +0.0572 + \varphi_{2.0} - \varphi_{1.0} & x_2 &= -0.0306 + \varphi_{3.0} - \varphi_{1.0}\\
x_1 &= +0.0542 + \varphi_{3.0} - \varphi_{2.0} & x_2 &= -0.0342 + \varphi_{4.0} - \varphi_{2.0}\\
x_1 &= +0.0538 + \varphi_{4.0} - \varphi_{3.0} & x_2 &= -0.0358 + \varphi_{5.0} - \varphi_{3.0}\\
x_1 &= +0.0532 + \varphi_{5.0} - \varphi_{4.0} & x_2 &= -0.0342 \qquad\quad - \varphi_{4.0}\\
x_1 &= +0.0518 \qquad\quad - \varphi_{5.0} & &
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
x_3 &= +0.0432 + \varphi_{3.0}\\
x_3 &= +0.0376 + \varphi_{4.0} - \varphi_{1.0}\\
x_3 &= +0.0334 + \varphi_{5.0} - \varphi_{2.0}\\
x_3 &= +0.0356 \qquad\quad - \varphi_{3.0}.
\end{aligned}$$

Jeder Wert ist Mittel aus 10 Einstellungen. Die Auflösung nach der Methode der kleinsten Quadrate gibt die Fehlerwerte

$$\begin{aligned}
\varphi_{1.0} &= -0^R.0015\\
\varphi_{2.0} &= -0.0036\\
\varphi_{3.0} &= -0.0037\\
\varphi_{4.0} &= -0.0020\\
\varphi_{5.0} &= -0.0008
\end{aligned}$$

und als mittleren Fehler einer Bedingungsgleichung $\pm 0^R.0016$. Der Maximalbetrag der Fehler ist für die Platten des sechzehnzölligen Bruceteleskops 0.087 Bogensekunden.

Aus der Untersuchung folgt, daß die periodischen Ungleichheiten der Mikrometerschraube fast immer und die fortschreitenden in den meisten Fällen vernachlässigt werden können. Zur Berücksichtigung beider möge die folgende Tabelle dienen. Die Werte beziehen sich auf Einstellungen mit dem Doppelfaden.

Tafel der zu den Ablesungen zu addierenden Korrektionen.

(Einheiten der 4 Dezimale einer Revolution.)

Pars \ Rev.	0	1	2	3	4	5	Rev. / Pars
0	+ 4	−11	−32	−33	−16	− 4	0
10	+ 7	− 9	−28	−28	−10	+ 1	10
20	+ 4	−13	−31	−30	−10	0	20
30	− 5	−23	−38	−36	−16	− 7	30
40	−10	−30	−42	−40	−19	−10	40
50	−10	−32	−40	−35	−16	− 8	50
60	− 8	−31	−37	−30	−12	− 4	60
70	−10	−34	−38	−28	−11	− 3	70
80	−15	−38	−41	−29	−13	− 5	80
90	−16	−38	−39	−24	−11	− 3	90

B. Untersuchung der Deklinationsschraube des parallaktischen Meßapparates.

1. Periodische Fehler. Die Fehlerbestimmung geschah wieder nach dem Dunér'schen Verfahren, nur daß jetzt das Repsoldmikrometer zur Messung benutzt wurde. Die frühere Schwaßmann'sche Untersuchung hatte ergeben, daß die periodischen Fehler innerhalb der Revolutionen 3—6, 7—10, 11—14 und 15—18 nahezu konstant sind. Daher wurden nur die 7., 11. und 15. Revolution einer eingehenden Prüfung unterzogen. Die einzelnen Zehntel dieser Revolutionen zeigen die folgenden Abweichungen vom Mittelwert:

Anfang	Einheiten der 4. Dezimale einer Revolution		
	Rev. 7	Rev. 11	Rev. 15
$0^R.0$	+ 3	− 6	+1
0.1	+12	+ 9	−4
0.2	+ 5	+ 3	+6
0.3	− 4	+ 1	0
0.4	− 5	+ 2	−3
0.5	+ 1	−10	−1
0.6	0	− 3	−5
0.7	+ 2	+ 3	+3
0.8	+ 1	0	+5
0.9	−14	− 1	0.

Jeder Wert ist das Mittel aus 16 Einstellungen und hat zum mittleren Fehler $\pm 0^R.00052$. Da die Abweichungen fast alle innerhalb dieser Grenze liegen, so ist eigentlich die weitere Rechnung illusorisch. Man findet

Rev.	Korrektion wegen periodischer Fehler
7	$+0.00044 \sin(u + 103°.1) + 0.00062 \sin(2u + 52°.4)$
11	$+0.00047 \sin(u + 120.5) + 0.00037 \sin(2u + 23.8)$
15	$+0.00028 \sin(u + 186.1) + 0.00030 \sin(2u + 316.3)$

und als größte Werte, die diese Ungleichheiten erreichen können:

Rev.	
7	$0^R.19$
11	0.16
15	0.12

d. h. Größen, die zwar beträchtlicher sind als bei der Repsoldschraube, sich bei den Messungen mit dem parallaktischen Meßapparat aber nicht verbürgen lassen.

Zu demselben Resultat kommt man hinsichtlich der

2. Fortschreitenden Fehler. Die nötigen Messungen zur Ermittelung dieser Ungleichheiten wurden am parallaktischen Meßapparat selbst ausgeführt. Als Vergleichsobjekt diente eine auf einer Glasplatte eingeätzte Millimeterteilung, die in dem Plattenrahmen befestigt war. Die Messungen erstreckten sich über den am meisten benutzten Teil der Schraube von Revolution 3 bis 19. Gemessen wurde nacheinander eine Distanz von nahezu 4, 8 und 12 Revolutionen von den Anfangspunkten $3^R.0$, $7^R.0$, $11^R.0$ und $15^R.0$. Die periodischen Fehler sind auf die bekannte Weise aus den Messungen eliminiert. Man erhält die folgenden Bedingungsgleichungen:

$$x_1 = -0.1232 + \varphi_{7.3} \qquad x_2 = -0.2455 + \varphi_{11.3}$$
$$x_1 = -0.1233 + \varphi_{11.3} - \varphi_{7.3} \qquad x_2 = -0.2446 + \varphi_{15.3} - \varphi_{7.3}$$
$$x_1 = -0.1253 + \varphi_{15.3} - \varphi_{11.3} \qquad x_2 = -0.2447 - \varphi_{11.3}$$
$$x_1 = -0.1215 - \varphi_{15.3}$$

$$x_3 = +0.1157 + \varphi_{15.3}$$
$$x_3 = +0.1162 - \varphi_{7.3}$$

deren Auflösung die Werte der Unbekannten ergibt:

$$\varphi_{7.3} = -0^R.00080 \text{ mit dem mittleren Fehler } \pm 0^R.00088$$
$$\varphi_{11.3} = +0.00006 \qquad \pm 0.00080$$
$$\varphi_{15.3} = +0.00020 \qquad \pm 0.00088.$$

Bei dem Genauigkeitsgrad, wie er am parallaktischen Meßapparat beansprucht wird, kann daher die Deklinationsschraube als praktisch fehlerfrei angesehen werden.

Königstuhl, 1905 März 1. **P. Götz.**

PUBLIKATIONEN
DES
ASTROPHYSIKALISCHEN INSTITUTS
KÖNIGSTUHL-HEIDELBERG

BAND II. No. 7.

Königstuhl-Nebel-Liste 6.

Mittlere Örter, Beschreibung und Helligkeitsvergleichung von 204 Nebelflecken bei 35 Comae.

Der folgende Katalog enthält die Örter von 204 Nebelflecken zwischen

AR.		NPD.
$12^h 34^m$		$65° 16'$
	und	
$13^h 0^m$		$70° 34'$.

Die Aufsuchung, Vergleichung auf 6 vorhandenen Aufnahmen, sowie die Schätzung und Beschreibung der Nebel geschah am Stereokomparator. Die Vermessung wurde mit dem parallaktischen Meßapparat in 5 Zonen ausgeführt. Die vermessene Platte B 914 ist am 27. Januar 1904 von $14^h 38^m.6$ bis $17^h 38^m.6$ M.Z. Königstuhl mit der b-Linse des Bruce-Teleskops aufgenommen worden.

Es wurden 70 Anschlußsterne aus A.G. Berlin A und B und den Bonner Zonen benutzt.

Von den 204 Nebelflecken der behandelten Gegend finden sich nur 3 im N.G.C. Das Verhältnis von neuen zu alten Nebelflecken stellt sich daher in der Gegend von 35 Comae auf 68 zu 1. Stellen wir die bis jetzt publizierten Listen zusammen, so finden wir in:

Liste 1	Cancer-Lynx	44	zu 1
3	31 Comae	19	» 1
4	17 Comae	12	» 1
5	12 Canum	22	» 1
6	35 Comae	68	» 1.

Die Liste 2 rührte vom 6-Zoller her, kann also nicht hiermit verglichen werden. Im Durchschnitt fänden sich daher bis jetzt auf einen Nebelflecken des Dreyer'schen New General Catalogue 33 neue Nebelflecken. Auf den ganzen Himmel würden danach etwa 260 000 unbekannte Nebelflecken kommen, die in dem Bereich des 16-Zöllers lägen.

Die Vermessung der hier publizierten Gegend ist von den Herren Kopff und Götz, die Aufsuchung, Beschreibung, Vergleichung der Nebel und die Berechnung ihrer Örter von dem Unterzeichneten ausgeführt worden.

Königstuhl, Juli 1905. **Max Wolf.**

No.	Nachweis*)	A.R. 1875	Präz. 1900	N.P.D. 1875	Präz. 1900	Klasse	Größe	Helligkeit	P.W.	Vergleichung	Bemerkungen
1		12h 34m 2s.3	2s.99	67° 14′ 19″	19″.8	I_3	vS	cF	0°	1 ⊃ 36	
2		34 36.0	»	68 12 28	»	II_1	vS	F			
3		34 59.7	2.98	66 43 27	»	II_1	S	F		3 ⊃ 9	
4		35 0.5	2.99	68 38 50	»	II_2	vS	vF			✱ 16 inv [1])
5		35 1.5	2.98	66 43 9	»	II_1	S	F		5 ⊃ 3	
6		35 5.9		67 38 18	»	II_1	vS	vF			? neb ✱
7		35 15.6		66 22 59	»	I_5	S	cF	50	7 ⊃ 5	ll
8		35 23.5	2.99	68 13 16	»	II_1	vS	F			
9		35 23.8	2.98	66 49 8	»	II_1	S	cF			
10		35 24.7		65 53 9	»	I_2	S	! pF			spiral 2
11		35 27.7	2.99	69 22 14	»	II_1	vS	vF		11 ⊃ 30	
12		35 39.7	2.98	65 48 13	»	I_1	S	! cF		10 ⊃ 12 ⊃ 7	
13		35 51.4		68 10 31	»	II_1	vS	F		8 ⊃ 13 ⊃ 2	
14		35 52.5		66 48 10	»	II_1	S	pF			exc neb ✱, ✱ 11 s p 1′
15	J. 808	35 53.6	2.99	69 21 20	»	I_5	vS	cF	95		✱ 11 s 1′
16		35 58.7		68 25 46	»	II_1	vS	F		16 = 2	
17		35 59.3		68 26 4	»	II_1	vS	vF		17 ⊃ 21	
18		35 59.7	2.98	66 29 48	»	II_1	S	F	300(?)		ll
19		36 6.5	2.99	68 26 56	»	II_1	vS	F		19 ⊃ 20	
20		36 7.4		68 26 34	»	II_1	vS	F		20 ⊃ 16	
21		36 24.0	2.98	68 27 48	»	II_1	vS	F		21 ⊃ 13	
22	N. 4635	36 25.7	2.99	69 22 10	»	I_3	pL	!! pF	95		I_3 in l 355 dif Neb
23		36 37.7	2.97	66 31 34	»	II_1	S	F		23 > 18, 18 ⊃ 23	
24		36 41.0	2.98	68 19 27	»	I_2	S	! pF		24 ⊃ 38	
25		36 55.4	2.97	66 34 19	»	II_1	vS	vF		23 ⊃ 25	
26		36 56.4	2.99	69 23 17	»	II_1	vS	vF		26 ⊃ 15	
27		37 3.4	»	70 18 46	»	II_1	S	F		27 ⊃ 57	2 ✱' 13 n p, ✱ 15 n 1′
28		37 6.3	»	70 2 58	»	III	S	F			
29		37 27.9		69 59 21	»	II_2	S	eF		29 = 28	l, ? spiral 2
30		38 8.4	2.98	69 17 25	»	II_1	vS	vF		30 ⊃ 26, 30 > 26	
31		38 39.3	2.99	70 33 36	»	I_3	cS	! pF		31 ⊃ 41, 31 > 52	Af
32		38 51.2	2.98	68 20 30	»	II_1	vS	vF			
33		38 55.3	»	68 8 23	»	I_1	vS	! pB		33 ⊃ 24	in dif Neb
34	J. 813	39 1.2	2.97	66 16 48	»	I_2	vS	pF		34 ⊃ 179, 134 ⊃ 7	✱ 14 n p 0′.3, neb ✱
35		39 7.2	»	67 46 49	»	I_3	vS	pF	155	142 ⊃ 35 ⊃ 62	[15 p 0′.5, in dif Neb
36		39 8.7		67 21 25	»	II_1	vS	F		36 ⊃ 50, 50 > 36	
37		39 12.1	2.98	70 5 14	»	II_1	eS	vF			neb ✱ 15
38		39 18.3	»	68 29 58		I_3	cS	! pF	0	38 ⊃ 47a ⊃ 32	

*) N. = Dreyer's New General Catalogue, J. = Dreyer's Indexcatalogue.

1) Sehr viele ganz schwache Nebel hier.

No.	Nachweis	A.R. 1875	Präz. 1900	N.P.D. 1875	Präz. 1900	Klasse	Größe	Helligkeit	P.W.	Vergleichung	Bemerkungen
39		$12^h\ 39^m\ 19^s.9$	$2^s.98$	70° 6′ 41″	19″.8	II_1	eS	eF			neb ✱ 16
40		39 28.2	»	69 49 0	»	II_1	vS	F		55) 40) 42	
41		39 31.7	»	70 8 22	»	I_1	vS	!pF		41) 93	
42		39 38.1	»	69 53 15	»	II_1	vS	vF		42 = 43	
43		39 38.4	»	69 46 47	»	I_2	eS	vF			
44		39 44.6	»	70 12 45	»	II_1	eS	eF		44) 46	
45		39 50.8	»	70 18 20	19.7	II_1	vS	vF			neb ✱ 14 n p 1′.2, [✱ 10 n p 1′.5
46		39 52.5	»	70 11 40	»	I_5	S	eF			✱ 14 conn s p
47		39 55.3	»	70 9 32	»	II_1	vS	F			
47 a		40 5.9	»	68 31 58	»	II_1	vS	vF			✱ 15 s f ½′
48		40 15.3	»	69 1 41	»	I_1	vS	vF		48) 30, 30 > 48	✱ 12 s p ½′
49		40 27.0	2.97	67 4 18	»	II_2	S	vF			in gr of Neb′
50		40 35.4	»	67 20 1	»	II_2	S	F		53) 50) 49	
51		40 40.8	2.98	70 12 24	»	I_1	vS	vF		51) 59	
52	N. 4685	40 58.8	»	69 51 13	»	I_3	cS	!pB	160°	52) 41, 52) 31	spiral 2
53		41 2.2	2.97	66 49 57	»	II_2	S	F		53) 72	
54		41 14.4	»	66 44 51	»	II_2	pS	vF			✱ 13 n, ✱ 15 p
55		41 38.3	2.98	69 56 2	»	I_3	vS	F	70	55) 60	v l l
56		41 39.5	»	70 2 33	»	II_1	vS	vF		64) 56	
57		41 54.9	»	70 26 53	»	I_1	S	F		60) 57, 57 > 60	✱ 7 s p 2′
58		41 55.5	2.97	69 7 27	»	I_2	cS	!F		58) 48	✱ 13 s p ½′
59		41 59.6	2.98	70 9 58	»	II_1	vS	vF		59 = 56	
60		42 9.0	»	70 8 51	»	I_2	cS	F		60) 56	neb ✱
61		42 15.8	2.97	69 16 47	»	I_1	eS	vF		58) 61) 26	✱✱ 13 n p
62		43 14.9	»	67 51 21	»	II_1	eS	F		62) 74	
63		43 20.9	»	69 16 5	»	I_5	vS	vF	110	58) 63) 70	
64		43 26.3	»	70 2 40	»	I_1	vS	vF		64) 59	
65		43 34.0	2.96	66 29 15	»	I_1	vS	vF			neb ✱ 15
66		43 36.5	»	67 34 3	»	II_2	S	vF		50) 66	✱ 14 p
67		43 46.6	2.97	68 21 2	»	II_1	vS	vF			
68		44 40.4	»	69 28 52	»	I_2	eS	vF		70) 68	
69		45 21.6	»	69 35 47	»	II_1	vS	eF		70) 69	
70		45 35.5	2.96	68 53 59	»	I_2	S	vF	330	110) 70) 48	
71		45 36.8	»	67 35 0	»	II_2	S	vF	50	71) 66	l, N ?, ✱ s p inv
72		45 41.5	2.95	66 58 31	»	II_2	vS	vF			?
73		46 24.5	»	67 15 23	19.6	II_2	vS	vF		73) 75	neb ✱ 15 s p
74		46 30.4	2.96	67 54 23	»	I_5	vS	vF	120	198) 74	l l
75		46 55.6	2.95	67 24 34	»	II_2	vS	vF			?, ✱ 12 s
76		47 34.9	2.96	69 13 39	»	II_2	S	vF			inv ✱ 15 p
77		47 45.6	»	69 42 50	»	I_1	vS	eF		69) 77	✱ 15 n f ½′, ✱ 16 s p

No.	Nachweis	A.R. 1875	Präz. 1900	N.P.D. 1875	Präz. 1900	Klasse	Größe	Helligkeit	P.W.	Vergleichung	Bemerkungen
78		12ʰ 47ᵐ 46ˢ.0	2ˢ.96	68° 32′ 1″	19″.6	I_1	vS	F		78 ⊃ 67	neb ✱ 14. ✱ 13 s p 4′
79		47 56.2	2.97	70 1 19	–	I_1	vS	vF		79 = 92	
80[1])		48 1.3		70 22 16	–	II_1	vS	vF		80 ⊃ 98	✱ 14 s 0′.5
81		48 3.1		70 27 10		I_1	vS	vF		81 ⊃ 83 ⊃ 64	
82		48 7.1	2.95	66 57 42	–	II_1	S	vF			? Cluster
83		48 8.5	2.97	70 22 47		II_1	S	vF		83 ⊃ 90	
84		48 9.1[2])	»	70 19 37[2])		II_1	vS	vF		88 ⊃ 84	
85[1])		48 10.1		70 21 1		II_1	vS	vF		85 ⊃ 89	
86		48 13.0	2.95	66 56 21		II_1	S	vF		91 ⊃ 86	p dif
87		48 14.6	2.97	70 23 22		I_1	vS	vF		87 ⊃ 85, 87 = 60 = 81	
88		48 19.7	»	70 21 37		II_1	vS	vF		90 ⊃ 88	Ch n
89[1])		48 20.5	»	70 26 20	–	II_1	vS	vF		89 ⊃ 80	Ch s!
90[1])		48 23.6	»	70 21 54	–	II_2	vS	vF		90 ⊃ 85	✱ 15 s f 0′.3
91		48 27.0	2.95	67 17 11	–	II_1	S	vF			✱ 14 p
92		48 37.4	2.97	70 18 26		I_1	vS	vF		88 ⊃ 92	
93		48 37.6	2.96	70 1 42	–	I_3	cL	!! pF	20°	93 ⊃ 22	Af
94		48 39.4	2.95	66 49 16		II_2	S	vF		94 ⊃ 86	v i F
95		48 43.5	2.96	70 12 17		I_1	vS	vF		99 ⊃ 103	! Ch? att n!, Ch? conn [93
96		48 45.3	2.95	66 44 51		II_1	vS	vF		96 ⊃ 94	
97		48 47.3	2.96	69 38 21		I_1	S	F		97 ⊃ 102 ⊃ 77	✱ 14 s 4′
98		48 49.4		70 18 38		II_1	S	! vF		88 ⊃ 98 ⊃ 92	Ch!! conn 1′ n, & &, vi F
99		49 16.8	»	70 15 4		II_1	vS	vF		99 ⊃ 103	Ch n, conn ✱ 15 n f
100		49 31.5	2.95	68 41 13	–	?	S	vF			
101		49 42.3		67 23 4		I_3	vS	eF	95	188 ⊃ 101	
102		49 57.8	2.96	69 28 10	–	II_1	S	vF			
103		50 7.5		70 32 18	–	II_1	S	eF		103 ⊃ 108	✱ 13 s f 1′
104		50 29.7		69 12 6		I_2	vS	F		104 ⊃ 100	inv ✱ 14 s
105	N. 4826	50 35.4	2.95	67 38 32		I_3	vL	!!! B	105		Af, Fußnote [3])
106		50 43.6		67 19 6		II_1	vS	eF			
107		50 45.8	2.94	66 57 1		I_2	vS	! pF		187 ⊃ 107	in e S dif Neb
108		51 14.8	2.96	70 32 35	–	I_1	S	eF		116 ⊃ 108	
109		51 23.5	2.94	66 30 42	19.5	II_1	vS	vF		128 ⊃ 109	
110		51 32.0	2.95	68 55 37	–	I_2	vS	vF			
111		51 47.6		69 42 23	–	II_1	S	eF	0		1 N
112		51 55.8		69 44 23		I_1	eS	vF		112 = 123	
113		52 7.2	2.96	70 29 54	–	II_2	S	! F		113 = 120	
114		52 9.2		70 16 29		II_1	S	eF			neb ✱ 13. ✱ 12.5 f 1′

[1]) In einem Haufen von zahllosen Nebelflecken, nur die auffallendsten gemessen, eine Menge interessanter Ketten!

[2]) Die festen Fäden stören die Messung.

[3]) Wie ein Auge, Kern exzentrisch in elliptischen Ringen, lange Axe des innersten elliptischen Rings 70″, der helle Kern 10. Größe liegt südwestlich von der Mitte; Kern gemessen.

No.	Nachweis	A.R. 1875	Präz. 1900	N.P.D. 1875	Präz. 1900	Klasse	Größe	Helligkeit	P.W.	Vergleichung	Bemerkungen
115		$12^h\ 52^m\ 14^s.7$	$2^s.96$	70° 30′ 19″	19″.5	II_1	vS	vF	100°	117 = 115	II
116		52 15.4	»	70 34 20	»	I_1	vS	eF			✱ 13 s p
117		52 17.9	»	70 34 20	»	I_2	eS	vF		117 ⊃ 116	
118		52 38.3	2.93	65 32 40		II_1	vS	F		139 ⊃ 118, 118 > 139	
119		52 52.4	»	65 15 46	»	II_1	vS	vF		119 > 124	
120		52 56.1	2.96	70 35 21		I_1	vS	F		121 ⊃ 120 ⊃ 126	
121		53 0.2	»	70 33 35	»	II_1	vS	F	120	121 ⊃ 126	II, ? ✱✱ in Neb
122		53 2.6	2.93	66 14 22	»	I_1	S	vF		128 ⊃ 122	p dif
123		53 3.2	2.95	70 3 8	»	I_1	vS	F			
124		53 5.3	2.93	65 18 12		II_1	vS	vF		124 ⊇ 119	
125		53 9.1	»	65 39 26		I_1	vS	vF			neb ✱
126		53 13.1	2.96	70 28 58	»	II_1	vS	F			
127		53 23.6	2.95	69 40 18		II	S	eF			in I Ch neb N'
128		53 25.3	2.93	66 28 53		II_1	vS	vF		136 = 128	
129		53 28.0	2.95	69 42 0		II	S	eF			in I Ch neb N'
130		53 32.8		69 41 56		II	S	eF			
131		53 33.9	»	69 44 1	»	I_1	eS	cF		143 ⊃ 131, 143 > 131	
132	J. 841 (?)	53 39.9	2.94	67 30 45	»	I_3	S	!pF	90	132 ⊃ 201	in dil Neb
133		53 44.1	2.93	66 36 35		II_2	vS	eF			?, e F ✱' inv
134		53 56.3		66 41 14		II_1	vS	vF			
135		53 58.0	2.95	69 21 44	»	I_1	vS	vF		153 ⊃ 135	
136		53 58.9	2.93	66 58 30	»	II_1	vS	vF		136 ⊃ 137	
137		54 7.0		66 49 37	»	II_1	vS	vF		137 ⊃ 138	
138		54 9.3	»	66 46 11	»	I_3	vS	vF	80	138 ⊃ 134	
139		54 11.3	»	65 36 25		II_1	vS	F		139 ⊃ 125	✱ 11 s p, ✱ 14 att n f
140		54 17.5	2.95	70 13 49		II_1	vS	vF		123 ⊃ 140 ⊃ 141	?
141		54 19.2		70 13 13		II_1	vS	vF			?
142		54 32.0	2.94	67 38 5		II_1	vS	cF		132 ⊃ 142, 132 > 142	neb ✱
143		54 48.7	2.95	69 38 20		I_3	S	cF	110	143 ⊃ 178	Af
144		54 55.0	2.93	66 23 59		I_1	eS	eF		145 ⊃ 144	?, in Ch of sev eF Neb
145		54 55.3		66 25 19		I_1	eS	vF	110		II ✱ 10 f ½′
146		54 56.3		66 25 3		II_1	vS	eF	200(?)	144 ⊃ 146	?
147		54 59.2		66 10 6		I_1	vS	vF		145 ⊃ 147, 147 > 145	
148		55 0.2	2.95	69 49 59		I_1	vS	cF	110	148 ⊃ 178	II
149		55 6.3	»	70 3 14		II_1	vS	F		149 ⊃ 161	
150		55 31.5		70 3 13		II_2	vS	vF			?
151		55 34.5		70 1 31	»	II_1	S	!F		151 > 149, 151 ⊃ 149	
152		55 39.9		70 19 7	»	II_1	S	F			
153		55 40.0	»	69 21 47		I_2	vS	F		153 ⊃ 160	
154		55 41.9	2.92	65 56 9	»	II_1	vS	F		166 ⊃ 154 ⊃ 147	? Cl; ✱ 15 n p

No.	Nachweis	A.R. 1875	Präz. 1900	N.P.D. 1875	Präz. 1900	Klasse	Größe	Helligkeit	P.W.	Vergleichung	Bemerkungen
155		$12^h 55^m 47^s.1$	$2^s.95$	70° 4′ 32″	19″.5	?	vS	vF			att 156, p ✱ 14 meas
156		55 48.6	»	70 4 30	»	?	vS	F		156 ⊃ 155	✱ 14 p 0′.3, ✱ 15 sf 0′.4
157		55 49.3	2.93	66 33 24	»	I_1	vS	F		157 ⊃ 154	
158		55 52.3	2.94	69 19 57	»	I_2	vS	vF		158 ⊃ 182	?, spiral S
159		55 53.5	2.95	69 49 26	»	II_1	S	eF		167 ⊃ 159	bet 2 ✱′ 14
160		56 4.8	2.94	69 26 6	»	II_1	vS	vF		160 = 158	
161		56 4.9	2.95	70 8 35	»	II_1	S	vF		152 ⊃ 161	
162		56 11.6	»	70 13 40	»	II_2	S	F		162 ⊃ 169	
163		56 12.1	2.92	65 19 2	»	II_1	S	F	140°	164 ⊃ 163 = 173	II
164		56 18.2	»	65 14 29	»	II_1	vS	vF			
105		56 36.3	2.93	67 19 34	19.4	III	cL	eF			dif
166[1]		56 48.9	2.95	70 19 32	»	II_2	S	vF			
167		56 49.5	»	70 6 4	»	I_1	vS	eF		170 = 167	✱ 13 p
168		56 56.1	2.94	68 51 15	»	II_1	vS	vF		195 = 168 ⊃ 185	
169		57 1.5	2.95	70 14 43	»	I_1	S	F		189 ⊃ 169 ⊃ 166	
170		57 6.9	»	70 5 33	»	I_3	S	eF	30	170 ⊃ 186	?
171		57 13.6	»	70 2 49	»	II_1	vS	vF		171 ⊃ 175	
172		57 13.7	2.94	69 7 48	»	I_2	S	!cF		172 ⊃ 176 ⊃ 168	l Ch, ✱ 15 p 4′
173		57 25.8	2.92	66 28 51	»	I_3	vS	vF	110	192 ⊃ 173 = 163	Af
174		57 26.1	2.95	70 31 31	»	II_1	S	F		174 ⊃ 177	
175		57 27.6	»	70 0 28	»	II_1	vS	eF		175 ⊃ 186	in 6′ l curved Ch of [Neb′ 40°
176		57 33.8	2.94	69 6 44	»	I_2	S	F			
177		57 35.5	»	70 27 2	»	II_2	S	vF			
178		57 38.0	2.95	70 3 28	»	I_1	S	!cF		178 ⊃ 183	
179		57 54.4	2.92	66 35 21	»	II_1	vS	cF		179 ⊃ 199, 199 > 179	
180		57 55.0	2.93	68 39 53	»	II_1	vS	F		180 ⊃ 193	✱ 16 inv n p, ? ⁑
181		57 55.9	2.94	70 2 2	»	II_1	S	F		181 ⊃ 171	△neb, ✱ 13 & ✱ 14 nf
182		57 58.3	»	69 13 55	»	I_1	vS	vF			?
183		57 59.4	»	70 7 6	»	II_1	S	F		183 ⊃ 171	
184		58 2.2	»	70 3 2	»	I_1	vS	F		184 ⊃ 183, 183 > 184	
185		58 2.3	»	69 4 33	»	III	S	vF		182 ⊃ 185	
186		58 3.4	»	70 4 13	»	I_4	vS	eF		183 ⊃ 186 = 167	
187		58 5.2	2.92	67 2 16	»	II_1	vS	pF	90		II, BD+23.2532 p 2′ [✱ 15 sf
188		58 7.1	»	67 20 32	»	I_4	vS	vF		188 ⊃ 197	
189		58 18.1	2.94	70 16 47	»	I_1	S	F		189 = 162	
190		58 24.1	2.92	65 45 17	»	I_4	S	!pF		196 ⊃ 190, 190 > 196	
191		58 40.4	»	67 5 14	»	II_1	vS	F			
192		58 43.1	»	66 26 16	»	II_1	S	vF			i dif Neb
193		58 56.1	2.93	68 46 37	»	II_1	S	vF			✱ 14 s p

[1]) Die festen Fäden stören beim Messen.

No.	Nachweis	A.R. 1875	Präz. 1900	N.P.D. 1875	Präz. 1900	Klasse	Größe	Helligkeit	P.W.	Vergleichung	Bemerkungen
194		$12^h 59^m 1^s.2$	$2^s.93$	68° 33′ 29″	19″.4	I_2	vS	F		198) 194) 195	? spiral S
195		59 7.5	»	68 47 5	»	II_1	S	vF		195 = 193	? neb gr of ✱' 16, ✱ [14 n
196	J. 846	59 16.4	2.92	66 14 6	»	I_1	S	! pF		187) 196, 196 > 187	
197		59 25.0	»	67 25 12	»	II_1	vS	vF		197 = 191	
198		59 28.5	2.93	68 11 44	»	II_1	vS	F	140°	201) 198) 202	II
199		59 28.6	2.92	66 28 48		I_1	S	F		199 = 201, 199) 192	
200		59 40.4	2.93	68 57 24	»	I_1	S	vF		200 = 185	
201		13 0 0.6	»	67 50 12	»	I_2	vS	cF		201) 202, 142) 201	
202		0 6.3	2.92	67 49 35		II_1	vS	F			
203		0 7.0	»	67 33 16	»	II_2	S	vF			att ✱ 15 n meas

PUBLIKATIONEN

DES

ASTROPHYSIKALISCHEN INSTITUTS

KÖNIGSTUHL-HEIDELBERG

BAND II. No. 8.

Beobachtungen veränderlicher Sterne.

Die nachfolgenden Beobachtungen veränderlicher Sterne wurden von dem Unterzeichneten in der Zeit von 1904 November bis 1905 Juni angestellt und bilden die Fortsetzung der programmäßigen Beobachtungen des astrophysikalischen Instituts. Die Form der Veröffentlichung ist die übliche: die beiden ersten Spalten enthalten die Zeit der Beobachtung (mittlere Zeit Königstuhl), die dritte die Angabe des Luftzustandes, sowie des störenden Einflusses von Mond und Wolken; die vierte Spalte gibt die Schätzungen in der Argelander'schen Form, die fünfte endlich die daraus abgeleiteten Helligkeiten. Bei der Wahl der Vergleichsterne wurde darauf geachtet, daß sie dem Veränderlichen möglichst nahe waren, namentlich aber, daß sie sich mit ihm in gleicher Höhe über dem Horizont befanden, um die Fehler der Extinktion möglichst klein zu machen. Nur in ganz vereinzelten Fällen mußte hiervon abgewichen werden. Im allgemeinen wurden bei jeder Beobachtung zwei Schätzungen kurz nacheinander gemacht, nur bei Algol mußte zu den Zeiten des Minimums eine einzige Beobachtung ausreichen. Als Instrument diente ein Opernglas (holländisches Fernrohr) mit dreifacher Vergrößerung und $4^1/_2$ cm Öffnung.

Der Stufenwert blieb mit Ausnahme der ersten Beobachtungen ziemlich konstant, auch finden sich im Mittel bei den einzelnen Variabeln keine bedeutenden Abweichungen.

Der Stufenwert beträgt im Mittel bei

α Cassiopeiae	0ᵐ08
ρ Persei	0.13
β »	0.10
r Aurigae	0.11
δ Orionis	0.18
η Geminorum	0.12
ζ »	0.16
α Herculis	0.12
u »	0.07
β Lyrae	0.11
η Aquilae	0.11
μ Cephei	0.09
δ »	0.08
Mittel	0.11.

Heidelberg, 1905 August.

K. Schiller.

α Cassiopeiae

Vergleichsterne:				
α Persei $= \alpha'$	Größe = 2.17		γ Cassiopeiae	Größe = 2.47
α Ursae min. $= \mathfrak{p}$	2.20 H.P.		β »	2.58
β Andromedae $= \beta'$	2.33		δ	2.98
γ Andromedae $= \gamma'$	2.37			

1904 05	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.	1905	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag
Nov. 15	11^h57^m	1	$\gamma\ \alpha\ 1\ \beta\ 2.5\ \delta$	2.5	Febr. 25	7^h20^m	3 Ci	$\gamma'\ 3\ \alpha\ 1\ \gamma\ 1\ \beta$	2.5
16	13 40	1-2	$\gamma\ \beta\ \alpha\ 2.5\ \delta$	2.5	26	7 53	1	$\gamma'\ 2.5\ \alpha\ 1.5\ \gamma\ 1\ \beta$	2.5
Dez. 12	12 04	2	$\gamma\ 0.5\ \alpha\ 0.5\ \beta\ 5\ \delta$	2.5	27	13 15	3[5]	$\alpha'\ 2\ \alpha\ 1.5\ \gamma\ 1\ \beta$	2.4
14	11 30	2 ☾$_0$	$\gamma\ \beta\ 1\ \alpha\ 4\ \delta$	2.6	März 8	9 40	2-3	$\gamma'\ 5\ \alpha\ 0.5\ \gamma\ 1.5\ \beta$	2.5
19	9 45	2-3 ☾$_3$ Ci	$\gamma\ \alpha\ 1\ \beta\ 3.5\ \delta$	2.5	13	10 02	2 ☾$_1$	$\gamma'\ 3\ \alpha\ 1.5\ \gamma\ 1\ \beta$	2.5
21	10 28	2 ☾$_2$[1]	$\alpha\ 0.5\ \gamma\ 1\ \beta\ 2.5\ \delta$	2.4	26	9 40	2	$\alpha'\ 3.5\ \alpha\ 2\ \gamma\ 0.5\ \beta$	2.4
22	11 34	1-2 ☾$_1$	$\gamma\ \alpha\ 1\ \beta\ 2\ \delta$	2.5	31	14 10	3-4[6]	$\alpha\ 1.5\ \gamma\ 1\ \beta$	2.4
27	8 10	1-2	$\alpha\ 0.5\ \gamma\ 0.5\ \beta\ 3\ \delta$	2.4	April 1	8 25	2 Dunst	$\gamma'\ 3\ \alpha\ 1\ \gamma\ 1\ \beta$	2.5
31	5 50	4[2]	$\gamma\ \alpha\ 0.5\ \beta\ 4\ \delta$	2.5	3	8 15	1-2	$\gamma'\ 3.5\ \alpha\ \gamma\ 1.5\ \beta\ 4.5\ \delta$	2.6
					6	13 50	1	$\alpha\ 2\ \gamma\ 1\ \beta$	2.4
Jan. 2	6 35	2	$\alpha\ 0.5\ \gamma\ 1\ \beta\ 3\ \delta$	2.4	Mai 9	11 57	2-3	$\gamma\ 1\ \alpha\ 2\ \beta\ 4.5\ \delta$	2.5
7	11 48	1	$\alpha\ 0.5\ \gamma\ 0.5\ \beta\ 3.5\ \delta$	2.4	10	13 35	1	$\gamma\ 1\ \alpha\ 1.5\ \beta\ 3.5\ \delta$	2.6
8	10 20	2-3	$\alpha\ 0.5\ \gamma\ 0.5\ \beta\ 3.5\ \delta$	2.4	22	12 35	1-2	$\mathfrak{p}\ \alpha\ 1.5\ \gamma\ 1\ \beta$	2.3
10	11 25	4[2]	$\alpha\ 0.5\ \gamma\ 1\ \beta\ 3.5\ \delta$	2.4	23	11 55	2	$\gamma\ \alpha\ 1.5\ \beta\ 4\ \delta$	2.5
11	9 53	3	$\alpha\ 1.5\ \gamma\ 0.5\ \beta\ 3\ \delta$	2.3	25	10 50	3[7]	$\gamma\ 1.5\ \alpha\ 1\ \beta\ 4\ \delta$	2.5
13	13 20	3[3]	$\gamma'\ 2.5\ \alpha\ 2\ \gamma\ 0.5\ \beta$	2.5	26	12 40	2	$\alpha\ 1\ \gamma\ 1\ \beta$	2.4
15	16 30	2	$\alpha'\ 2.5\ \alpha\ 2\ \gamma\ 1\ \beta$	2.4	27	13 30	2 Dunst	$\alpha\ 1\ \gamma\ 1\ \beta$	2.4
23	6 50	1	$\beta'\ 2.5\ \alpha\ 2\ \gamma\ 1\ \beta$	2.4	28	13 05	1-2	$\alpha\ \gamma\ 2.5\ \beta$	2.5
26	7 45	1	$\gamma'\ 1\ \alpha\ 2\ \gamma\ 0.5\ \beta$	2.4	29	12 10	2	$\alpha\ 1\ \gamma\ 1.5\ \beta$	2.4
Febr. 3	11 32	1-2[4]	$\gamma'\ 4\ \alpha\ 1.5\ \gamma\ 1\ \beta$	2.4	30	12 55	1-2	$\alpha\ 2\ \gamma\ 1\ \beta$	2.2
8	13 27	3[3]	$\alpha'\ 3.5\ \alpha\ 2\ \gamma\ 1.5\ \beta$	2.4	Juni 3	13 0	1-2	$\mathfrak{p}\ 0.5\ \alpha\ 2\ \gamma\ 1\ \beta$	2.3
9	9 05	2-3 Ci	$\gamma'\ 2.5\ \alpha\ 1.5\ \gamma\ 1.5\ \beta$	2.5	4	12 55	2	$\mathfrak{p}\ 0.5\ \alpha\ 2.5\ \gamma\ 0.5\ \beta$	2.3
24	12 05	2-3[4]	$\alpha'\ 4.5\ \alpha\ 1\ \gamma\ 1.5\ \beta$	2.4	22	11 36	1-2	$\mathfrak{p}\ 1.5\ \alpha\ 2\ \gamma\ 1\ \beta$	2.3

[1] Von Osten zieht Nebel auf, der die Beobachtung stört. [2] durch Wolken, hastig. [3] Wolken im Horizont. [4] tief, Dunst am Horizont. [5] tief, Wolken in der Nähe. [6] Wolken am Horizont? [7] Beobachtung schwer, schlecht.

ϱ Persei

Vergleichsterne:				
ζ Persei	Größe = 3.14		ν Persei	Größe = 4.03
ε	3.16		ξ »	4.32
δ	3.32		16 » $= s$	4.54
η »	3.92		π »	4.88
$\varkappa$ »	4.02			

1904 05	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.	1905	M.Z. Kgst.	H	Stufenschätzung	mag.
Nov. 15	13^h35^m	1	$\delta\ 1\ \varepsilon\ \zeta\ 1\ \varrho\ 2.5\ \xi$	3.6	Jan. 23	$8^h\ 0^m$	1[1]	$\zeta\ 1\ \varepsilon\ 2\ \varrho\ 3\ \varkappa$	3.6
16	14 0	1-2	$\zeta\ 1.5\ \varrho\ 1\ \eta\ 1\ \varkappa\ 1\ \xi\ 0.5\ \nu$	3.7	26	9 35	1	$\zeta\ 0.5\ \varepsilon\ 3.5\ \varrho\ 3.5\ \nu\ 0.5\ \varkappa$	3.6
Dez. 22	13 0	1-2 ☾$_3$	$\nu\ 2\ \varrho\ 2\ \varkappa\ 1.5\ \xi$	3.7	Febr. 9	9 15	2-3	$\zeta\ 4\ \varrho\ 3.5\ \varkappa\ 1\ s$	3.7
27	8 40	1	$\varepsilon\ 2\ \varrho\ 2\ \varkappa\ \nu$	3.7	25	9 0	3	$\zeta\ 1.5\ \varepsilon\ 2\ \varrho\ 2.5\ \varkappa\ 0.5\ s\ 1.5\ \pi$	3.8
					26	9 5	1	$\zeta\ 0.5\ \varepsilon\ 2\ \varrho\ 3.5\ \varkappa\ 1\ s$	3.6
Jan. 2	10 20	1-2	$\varepsilon\ 2.5\ \varrho\ 2\ \nu\ 0.5\ \varkappa$	3.7	März 8	11 0	2	$\varepsilon\ 0.5\ \zeta\ 3\ \varrho\ 2.5\ \varkappa\ 1\ s$	3.6
7	12 2	1	$\delta\ 1.5\ \varrho\ 2\ \varkappa\ \pi\ 0.5\ \nu$	3.9	26	10 10	3	$\zeta\ 2\ \varrho\ 3\ \varkappa\ 1.5\ s$	3.6
8	10 26	2-3	$\varepsilon\ 0.5\ \zeta\ 2\ \varrho\ 3\ \varkappa\ 1\ \pi$	3.5	April 3	8 37	1	$\varepsilon\ 0.5\ \zeta\ 1.5\ \varrho\ 3.5\ \varkappa\ 0.5\ \nu$	3.4
11	10 40	3 Wolk.	$\zeta\ 4\ \varrho\ 2\ \xi\ 1\ \varkappa\ 1\ \pi$	4.0	6	10 5	2[2]	$\varepsilon\ 1\ \zeta\ 2\ \varrho\ 3\ \varkappa\ 1.5\ s$	3.7
13	13 50	2-3	$\zeta\ 3\ \varrho\ 3.5\ \xi\ 0.5\ \varkappa$	3.7	Mai 29	14 5	2[3]	$\varrho\ \varkappa$	[4.0]

[1] Mond geht auf. [2] Helligkeit schwankt. [3] helle Dämmerung.

β Persei

Vergleichsterne:		Größe
α Persei		2.17
γ Andromedae	$= \gamma'$	2.37
γ Cassiopeiae	$= \gamma''$	2.47
β Cassiopeiae	$= \beta'$	2.58
ζ Persei		3.14
ε »		3.16
γ »		3.18
β Trianguli	$= \beta''$	3.31
δ Persei		3.32
η »		3.92
$\varkappa$ »		4.02
ν »		4.03
ξ »		4.32

1904/05	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.	1905	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.
Nov. 15	$13^h 20^m$	1	α 3 γ' 2 β 3 δ 1 ε ζ	2.8	Febr. 9	$9^h 50^m$	2	α 2 γ' 2 β 1 β' 3 β''	2.6
16	13 43	1-2	α 1.5 γ' 2 β 2 δ ζ 0.5 ε	2.8	25	7 15	3	α 0.5 γ' 4 β 4 β' 1 ε	2.7
Dez. 14	12 53	2-3	α 3 β 2 ζ 1 ε	2.7		8 15	3	γ' 4.5 β 2.5 ζ 1 ε	2.8
21	12 32	2	ε 1 β 3 $\varkappa$ 1 η	3.4		8 35	3 Ci [4]	γ' 4.5 β 1.5 γ 0.5 ζ 1 ε	2.9
						8 55	3	γ' 5.5 β 0.5 γ 1 ζ 1 ε	2.9
Jan. 2	11 30	1-2	α 1 γ' 1.5 β 2 β''	2.8		9 33	3	γ 1 β 0.5 ζ 0.5 ε	3.1
7	12 5	1	α 1 γ' 1.5 β 3.5 β'' 0.5 γ	2.6		9 52	3	δ 1.5 ζ 0.5 β 4.5 ν	3.4
	14 35	1	α 4 β 2 ε 1 ζ	2.8		10 21	2-3	ζ ε 2.5 β 4 $\varkappa$	3.5
	15 22	1 [1]	δ ε 0.5 β 3.5 ξ	3.5		10 35	3-4 Ci	ζ 0.5 ε 3 β 4 $\varkappa$	3.6
	15 30	1	ε 1 ζ β 3.5 ξ	3.3		10 47	3-4	ζ ε 2.5 β 2 η 2.5 $\varkappa$	3.5
	15 53	1 [2]	ε 1 ζ 1 β 2 ν	3.4		11 25	4 [4]	ε 1 ζ 2 β 2.5 η 1.5 $\varkappa$	3.5
	16 15	1	ε 1 ζ 1.5 β 2 ν	3.6	26	9 0	1	α 2 γ' 3 β 3 γ'' 2 β''	2.6
	16 35	1	ε 2.5 β 2 ν 0.5 ξ	3.8	März 8	10 43	2	α 1.5 γ 4 β 3 γ'' 1.5 ε	2.6
8	10 23	2-3	α 1.5 γ' 1.5 β 2 β'' 2.5 ε	2.7	26	9 50	3	α 5 β 3.5 γ 1 ζ ε	2.8
11	10 16	3 Wolk.	α 1 γ' 2.5 β 3.5 δ	2.8	April 1	8 35	2 Dunst	α 5.5 β 3.5 γ 1 ζ ε	2.8
13	14 0	2-3	γ' 4 β 3.5 δ 1.5 ε	2.9	3	8 30	1	α 1 γ'' 4 β 3.5 γ 1 ζ ε	2.8
14	15 43	3 [3]	α 3.5 β 3.5 ε 0.5 ζ	2.7	6	10 0	2 [5]	α 6 β 4 γ 1 ε	2.8
26	10 5	1	α 2 γ' 3 β 3 γ 2 ζ	2.7	Juni 3	13 40	2	α 1 γ' 4.5 β 3 γ	2.9

[1] schlecht, unsicher [2] tief, schwer zu beobachten. [3] tief. [4] sehr schlecht. [5] starker Dunst.

ε Aurigae

Vergleichsterne:		Größe
ι Aurigae		2.86
ϑ »		2.88
ε Persei	$= \varepsilon'$	3.16
η Aurigae		3.47
ζ »		3.86

1904/05	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.	1905	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.
Nov. 15	$13^h 47^m$	1	ι 0.5 ϑ 2 ε' 1 ε 1 η	3.2	Febr. 8	$13^h 20^m$	2-3 [1]	ϑ 3 ε 1 η 2 ζ	3.4
					24	12 10	2	ι 2 ε 1 η 3 ζ	3.3
Jan. 2	7 59	2-3	ϑ 1 ι 2 ε 1 η 3 ζ	3.3	26	10 50	2	ϑ 1 ι 1.5 η 0.5 ε 3 ζ	3.3
7	12 44	1	ι 1.5 ε 0.5 η 1 ζ	3.4	März 8	11 20	2-3	ι 3 ε 1.5 η 2.5 ζ	3.4
11	12 5	1	ι 3 ε 2 η 1 ζ	3.3	26	11 5	2	ι 3 ε 1 η 2 ζ	3.3
13	14 0	2	ι 3.5 ε 1 η 2 ζ	3.4	April 3	9 5	1	ι 3.5 ε 2 η 1.5 ζ	3.3
20	10 15	1	ϑ 2.5 ε 1.5 η 2 ζ	3.3	Mai 7	10 0	2-3 [2]	ι 3.5 ε 1.5 η 2 ζ	3.3

[1] Nebelpartien in der Luft. [2] szintilliert sehr stark.

δ Orionis

Vergleichsterne: ε Orionis	Größe = 1.74	H.P.
ζ »	1.89	»
κ »	2.20	»
β Eridani = β'	2.87	»
η Orionis	3.38	»

1905	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag	1905	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.
Jan. 2	$8^h\ 5^m$	1-2	ε 0.5 ζ 1.5 δ 3 β' 1 η	2.3	Febr. 9	$8^h 55^m$	2-3	ε 0.5 ζ 0.5 κ 2 δ 4.5 β'	2.0
7	12 40	1	ζ 0.5 ε 1.5 δ 4.5 η	2.4	13	9 25	2-3	ε 0.5 ζ 1 κ 2 δ 5 β'	2.0
8	8 57	2-3	ε 0.5 ζ 2 δ 2.5 β' 2.5 η	2.3	25	8 30	3-4	ε ζ 2 κ 2 δ 3.5 β' 2 η	2.3
11	10 2	2	ε 0.5 ζ 2 δ 3 β' 1.5 η	2.3	26	8 55	1	ζ 0.5 ε 3.5 δ 4 β'	2.4
13	12 40	2	ε 0.5 ζ 3 δ 3 η	2.2	März 13	9 58	2-3 [1]	ζ ε 1.5 κ 2 δ 3 β'	2.4
23	8 10	1-2	ε 0.5 ζ 2.5 δ 2.5 β' 1.5 η	2.4	April 1	8 30	2	ε 0.5 ζ 1 κ 2 δ 4 β'	2.4
26	7 52	1	ε 0.5 ζ 3 δ 3 β' (2 η)	2.4	3	8 51	1 [1]	ε 0.5 ζ 1 κ 2.5 δ 6 η	2.5

[1] tief

η Geminorum

Vergleichsterne: μ Geminorum	Größe = 3.08
ε »	3.23
ζ Tauri	3.31
δ Geminorum	3.70
λ »	3.83
ν »	4.45

1904/05	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.	1905	M.Z. Kgst.	H	Stufenschätzung	mag.
Nov. 15	$12^h 50^m$	1	μ ε' 2 η 4 ν	3.4	Febr. 24	$12^h 20^m$	2 Ci	μ 1.5 ε 1 η 2.5 ζ 2 ν	3.4
16	14 13	1-2	μ ε 1 η 3 λ ν	3.3	25	8 25	3-4	μ 1.5 ε 2.5 η 3 ζ 0.5 δ	3.3
Dez. 27	8 50	1-2	μ ε 2 η 4 ν	3.6	26	9 15	1	μ 1 ε 1 η 3 ζ 1 δ	3.3
					März 8	11 5	2-3	ε 0.5 μ 3 η 2 ζ	3.3
Jan. 2	7 30	1-2	ε 1 μ 1 η 3 ν	3.6	13	10 20	2 ☾$_3$	ε 0.5 μ 3 η 3.5 λ	3.5
7	12 48	1	μ 1.5 η 1.5 ε 2.5 δ	3.5	26	10 40	2	μ 0.5 ε 2.5 η 2 ζ	3.3
8	9 45	3	μ 0.5 ε 2 η 2.5 δ 2.5 ν	3.5	April 1	8 35	2	ε 0.5 μ 2 η 3.5 ζ	3.2
11	10 6	2	μ 1 ε 2 η 4.5 ν	3.5	3	8 45	1	μ 1 ε 3 η 3 ζ 1 δ	3.3
14	16 15	3	μ 1 ε 1 η 2.5 δ	3.4	6	10 18	1	μ 1.5 ε 3 η 3.5 δ 0.5 λ	3.5
15	15 25	2	μ 1.5 ε 2 η 5.5 ν	3.6	13	9 25	2 ☾$_1$	μ 1 ε 3.5 η 3.5 ζ	3.2
23	7 52	2	μ 1.5 ε 1 η 4 ν	3.6	Mai 7	9 55	2-3 [1]	ε 1 μ 3 η 4 ν	3.8
26	9 47	1	μ 1 ε 1.5 η 2.5 ζ 1.5 δ	3.3	10	9 57	4 Ci (☾$_1$ [2])	ε 1.5 μ 4 η 5 ν	3.8
Febr. 9	12 5	1	μ 1 ε 2.5 η 4 δ 0.5 λ	3.4	11	9 17	3 Ci (☾$_1$ [2])	ε 0.5 μ 3.5 η 3 λ	3.6
13	9 35	2 ☾$_3$	μ 1 ε 2 η 2.5 ζ 1.5 δ	3.3					

[1] sehr tief, szintilliert stark. [2] sehr tief, Ci-Str

ζ Geminorum

Vergleichsterne: ε Geminorum Größe = 3.23
δ » 3.70
κ » 3.72
λ » 3.83
ν » 4.45
d 5.63

1904 05	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.	1905	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.
Nov. 15	12^h55^m	1	δ λ 3 ζ 2 ν	4.0	Febr. 13	9^h40^m	2 ☾1 Ci	λ 0.5 δ 4 ζ 3 ν	4.2
16	14 23	1-2	δ 1 λ 1.5 ζ 1.5 ν	4.0	25	9 57	4	λ 0.5 δ 3 ζ 2 ν	4.2
Dez. 27	9 11	1-2	ε 2 δ 2 ζ 3 ν	3.9	26	9 10	1-2	λ 1 δ 2 ζ 2 ν	4.2
					März 8	11 10	2-3 Ci?	δ 0.5 λ 3 ζ 3 ν	4.2
Jan. 2	7 53	1-2	δ 1 κ 2 ζ ν	4.3	13	10 21	2 ☾1	δ 0.5 λ 3 ζ 2.5 ν 2.5 d	4.4
7	12 53	1	ε 1.5 δ 1.5 ζ 3 ν	3.9	26	10 45	2	δ 0.5 λ 3 ζ 0.5 ν 2.5 d	4.6
8	9 50	3	δ 0.5 λ 2.5 ζ 2.5 ν	4.1	28	12 18	4 [1]	δ 1 λ 3 ζ 4.5 d	4.6
11	10 12	2	δ 1 λ 2 ζ 3.5 ν	4.0	April 1	8 45	2	δ λ 4.5 ζ 2 ν	4.4
13	13 45	2-3	ε 1 λ 3 ζ 1 ν	4.3	3	9 13	1	δ λ 4.5 ζ 2 ν	4.4
14	16 26	3 ☾	δ 1 λ 3 ζ 1.5 ν 3 d	4.2	6	10 23	1	δ 0.5 λ 3.5 ζ 3.5 ν	4.2
15	13 30	2 ☾	δ 1 λ 2 ζ 5 d	4.4	13	9 30	3 ☾1	δ 0.5 λ 4.5 ζ 2 ν	4.3
23	7 49	2	λ 0.5 δ 3 ν 1 ζ 5 d	4.6	Mai 7	9 40	1	λ 0.5 δ 3.5 ζ 3.5 ν	4.15
26	9 40	1	δ 1 λ 3 ζ 2 ν	4.2	10	9 47	3 ☾1 Ci?	δ 1 λ 3 ζ	[4.45]
Febr. 9	12 15	1	λ 0.5 δ 2.5 ζ 3.5 ν	4.1	11	9 20	3-4 ☾1 Ci	δ λ 4 ζ 4.5 ν	3.9

[1] Wolken.

α Herculis

Vergleichsterne: α Ophiuchi = α' Größe = 2.54
β Herculis 3.03
κ Ophiuchi 3.36
δ Herculis 3.47
γ 3.97
ι » 4.31

1905	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.	1905	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.
Jan. 8	$18^h\ 5^m$	2	β 1.5 δ 0.5 κ 1 α 3 γ	3.4	Mai 22	12^h42^m	1-2 ☾3	β 4.5 α 3 δ 0.5 κ	3.3
14	17 5	3 ☾	κ 1 δ 2 α 3 γ 1.5 ι	3.7	23	10 10	1-2	β 4.5 α 2 κ 1 δ	3.3
Febr. 9	17 30	1	β 2 κ 2 α 4 δ	3.3	25	10 7	3	β 4.5 α 3.5 κ 0.5 δ	3.3
26	13 42	1-2	α' 2 β 3 α 3 κ 1 δ	3.1	26	10 5	3 Ci?	β 3.5 α 2.5 δ 1 κ	3.3
27	13 50	2-3	β 2 α 2.5 δ 1 κ	3.2	27	10 10	2 Dunst	β 4 α 3 κ 1 δ	3.3
März 13	12 45	3-4	α' 3.5 α 2.5 δ 1.5 κ	3.0	28	10 45	1	β 4.5 α 3.5 κ 1.5 δ	3.3
26	11 50	3 Dunst	β 4 α 1 δ 1 κ	3.3	29	11 30	2 unr.	β 4 α 2.5 κ 1.5 δ	3.3
28	12 25	2	β 3 α 1 κ 1 δ	3.3	30	10 35	2	β 4.5 α 2 κ 1.5 δ	3.3
31	14 15	2	α' 2 β 3 α 2 δ 1 κ	3.2	Juni 1	11 5	2	β 3.5 α 3.5 κ 0.5 δ	3.2
April 3	12 20	2-3	β 2 α 2.5 κ 1 δ 0.5 γ	3.3	3	11 0	1-2	β 3.5 α 3.5 κ 0.5 δ	3.2
6	13 45	1	β 4.5 α 2 κ 1 δ 1 γ	3.4	4	10 55	2	β 3 α 3 κ 1 δ	3.2
Mai 7	11 10	2-3	β 4 α 2 κ 1 δ	3.3	22	10 35	2	β 3.5 α 3.5 κ 1 δ	3.2
9	11 35	1	β 4 α 2 κ 1.5 δ	3.3	28	10 45	1	β 3 α 2.5 κ 2.5 δ	3.2
10	11 25	1	β 4.5 α 2 κ 1.5 δ	3.3					

u Herculis

Vergleichsterne: ϱ Herculis Größe = 4.36 — 53 Herculis = f Größe = 5.70
e » 4.78 — w » 5.72
d » 5.58 — c » 5.73

1905	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag	1905	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag
Jan. 14	16^h55^m	3	e 2 u 3 w 0.5 d 1.5 c	5.2	Mai 25	12^h03^m	3 Wolk.?	e 4 u 3 w 2 d	5.3
Febr. 9	17 45	1	ϱ 3 5 u 2 e 2 w 2 d	4.9	27	10 42	2 Dunst	e 5 u 3 w 2 d	5.3
März 26	11 9	2	ϱ 4 u 3 w 1 f	5.1	28	10 50	1	e 5 u 3 w 1 d	5.3
31	14 17	2 Ci?	ϱ 4 u 3.5 w 1 c	5.1	29	11 35	2 unr.	e 4 u 3 5 w 1.5 d	5.3
April 3	12 27	2-3	ϱ 4 u 3 w 0.5 f	5.2	30	10 38	2	e 4 u 3 w 2 d	5.3
6	13 50	1 Ci?	ϱ 4 5 e 0.5 u 1.5 d f 0.5 w	5.2	Juni 1	11 12	2	e 4 u 3.5 w 1.5 d	5.3
Mai 7	11 25	2-3	e 3 u 2.5 w 1.5 d 1 c	5.3	3	11 15	1-2	e 4 u 3 w 2.5 d	5.3
9	11 10	1	e 5 u 3 d w 1.5 c	5.4	4	11 25	2	e 4.5 u 3.5 w 1.5 d	5.3
10	13 25	2	e 5 u 3 d 0.5 w	5.3	22	11 10	2	e 5.5 u 3 w 1 d	5.3
23	10 45	3 Ci?	e 4 u 2 w 1 d 0.5 c 0.5 f	5.4	28	11 45	1-2	e 5.5 u 2 5 w 0.5 d	5.3

η Aquilae

Vergleichsterne: θ Aquilae Größe = 3.23 — ι Aquilae Größe = 4.28
δ » 3.39 — ν » 4.81
β » 3.84

1905	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.	1905	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.
April 6	14^h35^m	1 [1]	δ 3 β 3 η 1 ι 3 ν	4.2	Mai 30	12^h50^m	2	θ 1 β 3.5 η 4.5 ι	4.0
Mai 10	12 47	2	θ 1.5 β 3.5 η 1.5 ι 2.5 ν	4.1	Juni 1	11 50	2	β 4 η 2.5 ι 2 ν	4.2
25	12 55	3	β 1 δ 4 η 3 ι 2 ν	4.1	3	9 40	1-2	δ 1 β 4.5 η 3.5 ι	4.1
27	13 25	2	θ 1 β 4 η 3 ι 1.5 ν	4.1	4	11 48	2 Ci?	δ 1 θ 1.5 η 1 β 5 ι	3.6
28	11 45	2	θ 1 δ 1 β 0.5 η 5 ν	3.8	22	11 3	2	β 4.5 η 3.5 ι 2 ν	4.2
29	12 5	2 unr.	θ 1.5 β 1.5 η 5 ν	3.9	28	11 5	1-2	δ 2 β 1.5 η 4 ι	3.9

[1] sehr unsicher.

β Pegasi

Vergleichsterne: β Andromedae = β' Größe = 2.33 — α Pegasi Größe = 3.20
α » = α' 2.44 — η » 3.24
γ Cassiopeiae = γ' 2.47 — γ » 3.28
β » = β'' 2.58 — μ » 3.87
ε Pegasi 2.76

1904/05	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.	1905	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.
Nov 15	12^h10^m	1	α' 3 β 2 η γ	2.9	Febr. 9	6^h45^m	1 [3]	β' 1.5 α' 4 β 4.5 η 0.5 α	2.9
16	13 05	2 [1]	α' 3 β 2 γ 1 η	2.9	Mai 10	13 40	3 Ci [4]	ε 2 β 4 η 2 μ	3.1
Dez. 14	11 35	2	α' 2 β 1.5 μ 1 η γ	3.1	25	12 55	3	γ' 2 β'' β 4 η	2.7
23	5 38	2-3 Ci [2]	β' 2 β 2.5 η 1 μ	2.9	27	13 35	2	γ' 2 β 2.5 ε 2.5 η	2.7
27	8 25	1 [2]	β' 2 β 2 η 1 γ μ	3.0	28	13 0	2	γ' 2.5 β 2 ε 2 η	2.8
					29	13 35	2	β' 1.5 γ' 2.5 β 2 ε 3 η	2.7
Jan. 2	6 45	1-2	α' 2.5 β 2 γ 0.5 η 1 μ	3.1	30	13 0	2	β' 4 β 2 5 ε 2 η	2.8
8	6 10	3	α' 3 β 1 5 η 1.5 μ	3.1	Juni 3	13 7	1-2	β' 3.5 β 1.5 ε 3 η	2.7
23	6 58	1	α' 3 β 3 η 2 μ	3.0	4	13 40	2	β' 1.5 β'' 1.5 β ε 4 η	2.7
26	8 11	3	α' 3 β 3.5 η 1.5 μ	3.0	28	11 30	1-2	β' 4 β 1.5 ε 2.5 η	2.8

[1] etwas tief. [2] η aufgehend, Ci, tief. [3] Luft 1, dann schlechter. [4] tief.

β Lyrae

Vergleichsterne: γ Lyrae Größe = 3.56 | θ Lyrae Größe = 4.58
μ Herculis 3.64 | ζ » 4.74
ξ 3.96 | η » 4.75
o » 4.08 | μ » = μ' 5.44
δ Lyrae 4.40

1904 05	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.	1905	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.
Dez. 27	7^h20^m	1	γ 1.5 β 3 ζ 1 δ	4.0	April 6	10^h53^m	1	μ 1 γ 3 β 2.5 o 1 ζ	4.0
					6	14 50	1	μ 0.5 γ 3 β 2.5 o	3.9
Jan. 2	6 30	1-2	γ β 4 ζ 1 μ'	3.9	Mai 4	10 25	3 Ci ☾	γ 0.5 μ 3 β 3 o 1.5 ζ	4.0
7	16 30	2	γ 1.5 β 2 ζ 1 δ	4.0	7	10 25	2-3	γ 4 β 2 o 1 δ	4.0
8	6 5	3	γ 1 β 2.5 ζ 1.5 δ	3.9	9	11 50	2	μ 1.5 γ 1.5 β 2 ξ 2 o	3.8
8	17 42	2	γ 2 β 2 ζ 1.5 δ	4.1	10	10 15	2 ☾2	μ 0.5 γ 1.5 β 3 ξ 1.5 o	3.8
9	6 0	2-3	γ 2.5 β 3 ζ 1.5 δ	4.0	11	9 25	2-3	μ 1 γ 1.5 β 2 ξ 1.5 o	3.8
11	7 0	4 ☾2 [1]	γ 4 β 0.5 δ 2 ζ η	4.3	22	12 25	1-2 ☾3	μ 1 γ 1.5 β 3.5 ξ	3.7
14	6 15	4 ☾3 [2]	β 0.5 γ 3.5 δ 1 ζ	3.7	23	9 58	2	μ 1 γ 2.5 β 2.5 ξ 1.5 o	3.8
14	16 41	3 ≈	γ 2 μ 0.5 β 2.5 o	3.8	25	10 3	2-3	ξ 3 o 2 β 0.5 ζ 2 δ	4.4
15	16 40	2 ≈	μ 1 γ 2 β 2 o 2 ζ	4.0	25	13 15	1-2	ξ 2 o 2.5 β ζ	4.6
19	17 45	3-4 ☾1	γ 1 μ 1.5 β 3 o	3.8	26	10 0	2	o 5 β 2 δ 3.5 ζ	4.4
20	18 20	1 ☾1	γ 1 β 1 μ 1 o 2 ζ	3.8	27	10 15	2-3	γ 2 ξ 2.5 β 1.5 o	4.3
Febr. 9	17 25	1	γ 1 μ 2 β 3 o 2 δ	3.8	28	11 10	1	γ 3.5 β 1.5 ξ 1.5 o 1.5 ζ	4.0
26	13 35	1-2	γ 0.5 μ 3 β 2 o 2 ζ	4.0	29	11 10	2 [3]	μ 0.5 γ 2 β 0.5 ξ	3.9
27	13 45	2-3	γ 0.5 μ 1.5 β 4 o	3.8	30	10 30	2	γ 3 β 1.5 ξ 2 o	3.8
März 13	12 35	3-4	γ 1 μ 2 β 2.5 δ 1.5 ζ	4.0	Juni 1	10 50	2	γ 3 μ 2 β 1 o	3.9
26	11 35	3 Dunst	γ 1 μ 2 β 2 o 3 ζ	4.0	3	10 25	1-2	γ 5 β 2 ξ 2.5 o	3.9
28	12 21	2	μ 1 γ 4 β 1 o 1.5 ζ	4.1	4	11 10	2	γ μ 2 β 2.5 ξ	3.7
31	13 55	2-3 Dunst	μ 0.5 γ 2.5 β 2 o 1.5 ζ	4.0	8	10 30	4 Wolk.	o 4 β 1.5 η 0.5 ζ	4.5
April 3	12 10	2-3	γ 2.5 ξ 1 β 2.5 o 1.5 ζ	4.0	22	10 25	1-2	γ 2.5 ξ 2.5 β 3.5 o	3.8

[1] tief. [2] Helligkeit schwankt. [3] sehr unruhig.

μ Cephei

Vergleichsterne: ζ Cephei Größe = 3.69 | ν Cephei Größe = 4.40 H.P.
7 Lacertae = p 4.00 | 9 » = q 5.06
ε Cephei 4.39 | λ » 5.34

1904 05	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.	1905	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.
Nov. 15	$12^h\ 6^m$	1	ε 0.5 μ 3 λ	4.5	Febr. 26	7^h50^m	1-2	ζ 5 μ 2 ε 2 ν	4.2
16	13 34	2	ζ 1.5 μ 2 ε	4.0	27	13 25	2	ζ 4 μ 2 ε 1.5 ν 1 q	4.3
Dez. 14	12 47	2	ζ 3 μ 2 ε 3 λ	4.3	März 13	10 13	4 (1 [1]) Ci?	ζ 3.5 μ 2 ε 2.5 ν	4.1
22	11 41	1-2 ☾1	ζ 2.5 μ 2 ε 0.5 q	4.3	April 3	13 25	2-3	ζ 3.5 μ 3 ε 0.5 ν 1 q	4.1
23	6 15	2-3 ☾1	ζ 2 μ 2 q 1 ε	4.2	6	13 55	1	ζ 4 μ 3 ε ν 1.5 q	4.3
27	8 20	1	ζ 3 μ 2 ε 1 q	4.3	Mai 9	12 38	1	ζ 4 μ 3 ε 2 ν	4.1
					10	11 35	1	ζ 4 μ 3 ε 1.5 ν	4.1
Jan. 2	8 30	1-2	ζ 2.5 μ 1.5 ε 0.5 q	4.3	23	10 55	2	ζ 4.5 μ 3 ε 1 ν	4.1
7	11 58	1	ζ 2 μ 2 ε 0.5 q	4.3	26	12 45	1	ζ 5 μ 3 ε 1 ν	4.1
8	9 0	2-3	ζ 3 μ 2.5 ε 0.5 q	4.3	27	11 05	2	ζ 4 μ 3.5 ε 0.5 ν	4.1
11	10 0	3	ζ 3 μ 2 ε 2.5 q	4.3	29	11 45	2 [2]	ζ 3.5 μ 4 ε 1 ν	4.0
13	14 10	3	ζ 4 μ 1.5 ε 0.5 ν	4.2	30	11 22	2	ζ 4.5 μ 3.5 ε 1 ν	4.1
14	15 50	3 ≈	ζ 4 μ 1.5 ν 0.5 ε 1 q	4.3	Juni 1	11 0	1-2	ζ 3 μ 4.5 ε 0.5 ν	4.0
15	16 35	3 ≈	ζ 3.5 μ 2 ν 1 ε 0.5 q	4.3	3	11 10	1-2	ζ 4 μ 4 ε 1 ν	4.0
23	7 4	1	ζ 3 μ 2 ν 1 ε 1.5 q	4.3	4	11 20	2	ζ 4 μ 4 ε 0.5 ν	4.1
26	7 35	1	ζ 4 μ 1 ν 1.5 ε 2 q	4.3	22	10 55	1	ζ 4 μ 3.5 ε 1 ν	4.1
Febr. 9	7 55	2-3 ☾1 ≈	ζ 4.5 μ 2 ν 1 ε	4.2					

[1] schlecht. [2] unruhig.

δ Cephei

Vergleichsterne:		Größe
ζ Cephei		3.69
7 Lacertae = p		4.00
ε Cephei		4.39
ν "		4.40
λ "		5.34

1904 05	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.	1905	M.Z. Kgst.	H.	Stufenschätzung	mag.
Nov. 15	$12^h\ 1^m$	1	ζ 2 δ p 1 ε	4.1	Febr. 27	$13^h 12^m$	3 ☾$_1$ [1]	ζ 4.5 δ 1.5 ε 2.5 ν	4.1
16	13 32	2	ζ 1 p 2 ε δ 5.5 λ	4.3	März 13	10 7	3	ζ 2.5 δ 4 ε	4.0
Dez. 14	11 45	2	ζ 3 ε 1 δ 2.5 λ	4.3	31	14 5	3	ζ 4.5 δ 1 ε 1.5 ν	4.2
19	12 38	2-3 ☾$_2$ Ci	ζ 3 δ p 2 ε 1 λ	4.3	April 3	13 20	2-3	ζ 2.5 δ 4 ε ν	4.0
20	7 23	3 ☾$_4$	ζ 3 ε 0.5 δ 3 λ	4.5	6	10 30	2 Wolk.	ζ 5.5 δ 1 ε 1 ν	4.3
21	12 20	2 ☾$_2$	ζ 2.5 δ p 2 ε	4.0	6	14 0	1	ζ 2 p 3 δ 1.5 ε 0.5 ν	4.2
22	11 38	1-2 ☾$_3$	ζ 1 δ 2.5 p 1 5 ε	3.9	Mai 6	13 20	1 [2]	ζ 2.5 p 1.5 δ 2.5 ε	4.1
23	6 10	2-3 ☾$_1$	ζ 2 δ 2 p 1 ε	3.9	7	10 35	2-3	ζ 2 p 3 δ 2.5 ε	4.2
27	5 55	1	ζ 2 δ 2 p 2 ε	3.9	9	12 10	1	p 4 δ 2 ε 1.5 ν	4.2
					10	11 30	1	ζ 3 δ 2 p 1.5 ε	4.0
Jan. 2	8 20	2	ζ 1.5 δ 2 p 0.5 ε	3.9	22	12 30	1-2 ☾$_3$ ◡	ζ 3 δ 1.5 p 3 ε	4.0
2	11 30	1-2	ζ 2.5 δ p 1.5 ε	4.1	23	10 5	3	ζ 4 δ 1 p 2 ε	4.0
7	11 53	1	ζ 1.5 δ 1.5 p 2.5 ε	3.9	25	10 25	3-4	p 5 δ 2 ε 1 ν	4.3
7	16 40	1-2	ζ 1.5 δ 2.5 ε 0.5 λ	4.2	25	13 10	2-3 Wolk.	p 3 δ 2.5 ε 0.5 ν	4.3
8	7 35	2	ζ 3 δ 1 p 1.5 ε	4.0	26	12 35	1	ζ 2 δ 3 p 2 ε	3.9
11	9 48	3	ζ 1.5 p 1.5 ε 1 δ 3 λ	4.3	27	10 46	3-4	ζ 3 δ 3 p 2 ν	3.9
13	14 5	3	ζ 2 δ 2 p 1 ε 0.5 ν	4.0	27	13 38	2	ζ 2.5 δ 2.5 p 2.5 ε	3.9
14	16 45	3 ◡	ζ 3.5 δ 0.5 p 1.5 ε	4.0	28	11 30	1-2	ζ 3.5 p 1.5 δ 3 ε	4.1
15	16 35	2 ◡	ζ 4.5 ε 0.5 δ 3 ν	4.3	29	11 40	2 [3]	ζ 3 p 2 δ 3 ε	4.1
23	7 2	1	ζ 2 δ 3 p 1.5 ε	3.9	30	11 17	2	p 3.5 δ 2.5 ε 1.5 ν	4.2
26	7 30	1	p 3 ε δ 1.5 ν	4.3	Juni 1	10 55	2	ζ 3 δ 3 p 2 ε	3.9
26	11 20	2	p 3 δ 0.5 ε 1.5 ν	4.3	3	10 55	1-2	ζ 2.5 p 2.5 δ 2.5 ε	4.1
Febr. 9	7 50	2-3 ☾$_1$ ◡	ζ 2 δ 2 p 2 ε	4.0	4	11 5	2	ζ 2 p 3.5 δ 3 ε	4.2
9	18 0	1	ζ 4 δ 1.5 p 1.5 ε	4.0	22	10 45	1	ζ 2 δ 4.5 p	3.9
25	7 25	3 Ci?	ζ 1 p 2 δ 3 ε	4.0	28	10 55	1	ζ 3 δ 5 ε 1 ν	4.0
26	7 43	1-2	ζ 3 p 2 δ 0.5 ε 3 ν	4.2					

[1]) tief. [2]) plötzlich kurze Zeit klar. [3]) sehr unruhig.

PUBLIKATIONEN

DES

ASTROPHYSIKALISCHEN INSTITUTS

KÖNIGSTUHL-HEIDELBERG

BAND II. No. 9.

Über die Nebel der Nova Persei.

Veranlaßt durch die Beobachtungen Flammarions und Antoniadis, die auf der photographischen Platte die Nova Persei von einer Aureole umgeben fanden,[1] entdeckte Prof. Wolf durch eine Aufnahme vom 22. August 1901 südlich und etwas östlich in der Nähe der Nova eine deutlich erkennbare aber äußerst schwache und trotzdem strukturreiche Nebelmaterie,[2] indem er zugleich den optischen Charakter der Aureole nachwies.[3] Diese Entdeckung wurde dann durch eine Aufnahme von Ritchey (1901 Sept. 20)[4] bestätigt, dessen Reflektor die Nova von einer unregelmäßigen, aber konzentrisch angeordneten Nebelmasse umgeben zeigte, deren hellste Teile sich südlich der Nova befanden. Weitere Aufnahmen von Perrine (1901 Nov. 7 u. 8) und Ritchey (1901 Nov. 9) ergaben eine lebhafte Bewegung der Nebelkondensationen,[5] die sich nach allen Richtungen hin von der Nova zu entfernen schienen. Da der ganze Vorgang nur auf photographischem Wege zu beobachten war, so blieb die weitere Verfolgung dieser rätselvollen Erscheinung nur wenigen Sternwarten vorbehalten. Neben Perrine und Ritchey hat Prof. Wolf die Novanebel in der folgenden Zeit wiederholt photographiert. Auch von Bohlin sind einzelne Aufnahmen zu erwähnen.

Im folgenden ist nun zunächst die Bearbeitung der in Heidelberg erhaltenen Aufnahmen gegeben. Über diejenigen von 1901 Aug. 23 und Nov. 17 hat Prof. Wolf früher[6] schon kurz berichtet.

I. Die Heidelberger Aufnahmen.

Die Nova wurde an folgenden Abenden photographiert:

	Expositionszeit	Expositionsdauer
1901 Aug. 22	$14^h\ 7^m.3$ bis $15^h\ 12^m.3$	$1^h\ 5^m$
Aug. 23	10 56.3 » 15 2.3	4 6
Nov. 17	9 3.3 » 13 9.3	4 6
Dez. 5	8 23.4 » 10 33.4	2 10
Dez. 10	10 26.5 » 13 21.5	2 55
1902 Febr. 3—4	3: 7 2.7 » 10 24[7] 4: 8 47.7 » 12 47.7	6 42
März 5	7 16.9 » 11 26.9	4 10
März 12	7 36.9 » 10 0.9	2 24

Alle Aufnahmen mit Ausnahme der ersten, die zu kurze Expositionsdauer hat, wurden vermessen. Von den Originalplatten wurden Reproduktionen von 4.4 bis 5.7 facher Vergrößerung hergestellt, auf denen auch die schwächeren Nebelpartien recht deutlich hervortreten. Freilich war das Korn beim Aufsuchen und beim Messen der feinen Objekte störend und um falsche Nebel zu vermeiden, wurden die Platten mit den Zeichnungen Ritcheys verglichen. Einzelne Unterschiede werden später erwähnt werden.

Die Örter der Novanebel sind an einige der von Bellamy[8] in der Umgebung der Nova bestimmten Sterne angeschlossen; u. zw. wurden gewählt:

[1] Astron. Nachr. 156. 3735.
[2] Astron. Nachr. 156. 3736.
[3] Ebenso Kostinsky. Astron. Nachr. 156. 3737.
[4] Astrophys. Journal XIV. 167.
[5] Astron. Nachr. 157. 3748 und 3750.
[6] Astron. Nachr. 157. 3753.
[7] Durch Wolken wiederholt unterbrochen.
[8] Monthly Not. Vol. 61. 343 und 479.

Nr.	α 1900.0	δ 1900.0
59	3h 24m 0s.03	+43° 32′ 12″.7
62	3.61	29 40.7
71	24.19	23 2.4
81a	44.16	35 20.4
87	54.18	28 26.8
90	56.86	29 20.9
91	56.94	35 9.2
92	59.56	33 51.2

Die Nummern beziehen sich auf das erste Verzeichnis, nur 81a auf das zweite.

Da die Scheibchen dieser Sterne auf den vergrößerten Reproduktionen zum Teil wenigstens zu groß waren, so wurden auf einer Originalplatte zuerst noch einige schwächere Vergleichsterne bestimmt.

Die rechtwinkligen Koordinaten wurden mit dem Repsoldschen Meßapparat vermessen (je 4 Einstellungen auf den Stern, 2 auf den Teilstrich der Millimeterskala; jede Lage doppelt), die Rechnungen nach der Turnerschen Methode ausgeführt, wobei die Nova:

$$3^h 24^m 24^s.12 \quad +43° 33' 39''.5 \quad (1900.0)$$

als Zentrum gewählt wurde.

Die gemessenen rechtwinkligen Koordinaten sind:

	x (mm)	y (mm)
59	−2.5709	−0.9062
62	−2.1632	−2.3297
71	+0.0834	−6.2577
81a	+2.1042	+0.9864
87	+3.2374	−3.0268
90	+3.5117	−2.4187
91	+3.4703	+0.9080
92	+3.7650	+0.1445
1	−2.6420	−3.6410
2	−0.8046	−4.1276
3	+0.6291	−5.0364
4	+0.8982	−2.3398
5	+3.3482	−4.6826
6	+3.4029	−1.3758
7	+4.9762	−0.7190
8	+6.3854	−4.5838

Die Auflösung der Bedingungsgleichungen ergab die Konstanten:

a +0.0004947188	d −0.0000069769
b +0.0000070063	e +0.0004964656
c +0.0000052437	f +0.0000118164

mit den übrigbleibenden Fehlern in Einheiten der 6. Dezimale des Radius:

	r_x	r_y
59	−0.56	+0.97
62	−3.88	+0.57
71	+1.00	−4.34
81a	−0.90	−1.42
87	+1.38	+2.76
90	−0.40	−2.27
91	+0.84	+3.01
92	+2.56	+0.74

Die berechneten Standard-Koordinaten der neuen Vergleichsterne sind:

	ξ 1900.0	η 1900.0
1	−0.00132584	−0.00177790
2	−0.00041978	−0.00203080
3	+0.00028119	−0.00249200
4	+0.00043321	−0.00115511
5	+0.00162885	−0.00233534
6	+0.00168908	−0.00069401
7	+0.00246202	−0.00037889
8	+0.00313211	−0.00229746

woraus dann folgt:

	α 1900.0	δ 1900.0
1	3h 23m 58s.99	+43° 27′ 33″.2
2	24 16.16	26 41.0
3	24 20.48	25 6.4
4	24 32.35	29 41.2
5	24 54.95	25 37.8
6	24 55.96	31 16.4
7	25 10.87	32 20.2
8	25 23.49	25 44.3

Außerdem wurden bei der Vermessung der Nebel Bellamys Sterne Nr. 59, 62, 81a und 87 benutzt, letzterer bei der Rechnung stets als Nullpunkt.

Die rechtwinkligen Koordinaten wurden mit dem Stereokomparator vermessen, die Rechnungen wieder nach der Turnerschen Methode ausgeführt. Bei den Aufnahmen 1901 Aug. 23, Nov. 17, 1902 Febr. 3—4 und März 5 wurden sämtliche 12 Vergleichsterne zugezogen. Im folgenden sollen nur die Resultate mitgeteilt werden.

Aufnahme I: 1901 Aug. 23.

Die Bedingungsgleichungen ergaben die Konstanten:

a +0.0000864596	d +0.0000003933
b −0.0000000944	e +0.0000867674
c −0.0000023716	f +0.0000025802

wobei als Reste (in Einheiten der 6. Dezimale des Radius) übrigblieben:

	r_x	r_y
1	+1.61	+6.01
2	−2.30	−1.12
3	+2.75	−3.22
4	+2.79	+0.49
5	+0.07	−0.56
6	+4.35	+1.21
7	−0.88	+4.77
8	−3.05	−2.05
59	−1.55	−1.97
62	+0.02	+0.53
81a	−3.81	−4.10

Die Koordinaten der Nebel sind dann, wenn die Standard-Koordinaten mit ξ und η bezeichnet werden:

	ξ 1900.0	η 1900.0
m	−0.00233899	+0.00120943
d	−0.00219186	+0.00013306
c	−0.00152538	−0.00007931
b_1	−0.00116560	−0.00011645
b	−0.00109348	−0.00011957
x	−0.00076903	+0.00075646
a_1	−0.00035887	+0.00017673
a	−0.00017258	+0.00019998
v	−0.00016130	−0.00087813

	α 1900.0	δ 1900.0
m	$3^h 24^m 9^s.8$	$+43° 32' 36''$
d	24 12.6	28 54
c	24 25.3	28 10
b_1	24 32.1	28 3
b	24 33.5	28 2
x	24 39.6	31 3
a_1	24 47.4	29 3
a	24 50.9	29 8
x	24 51.1	31 28

An die Sterne 2, 6, 8 und 87 wurde noch nachträglich angeschlossen und ebenfalls nach der Turnerschen Methode reduziert:

a_2: $\xi = -0.00036072$ $\eta = +0.00029250$
$\alpha = 3^h 24^m 47^s.3$ $\delta = 43° 29' 27''$

Aufnahme II: 1901 Nov. 17.

Die Plattenkonstanten sind:

a +0.0000859296	d +0.0000014300
b −0.0000013937	e +0.0000861292
c −0.0000013689	f +0.0000058827

und die übrigbleibenden Fehler:

	r_x	r_y
1	+0.65	+0.72
2	−0.33	−3.27
3	+2.33	+2.31
4	+0.49	−3.60
5	−2.00	+1.43
6	+3.31	+0.22
7	+1.27	+2.85
8	−1.33	−1.65
59	+1.79	+0.96
62	−3.51	+1.51
81a	−2.64	−1.58

Als Koordinaten wurden erhalten:

	ξ 1900.0	η 1900.0
e	−0.00273778	+0.00019812
m	−0.00218719	+0.00117650
d	−0.00200751	−0.00025926
c	−0.00097200	−0.00035229
b	−0.00047412	−0.00031214
x	−0.00034030	+0.00044824
a_2	+0.00007818	+0.00008302
a	+0.00024619	+0.00000483
v	+0.00030820	+0.00100104
z_1	+0.00066716	+0.00038918

	α 1900.0	δ 1900.0
e	$3^h 24^m 2^s.3$	$+43° 29' 7''$
m	24 12.7	32 29
d	24 16.2	26 33
c	24 35.8	27 14
b	24 45.2	27 22
x	24 47.7	29 59
a_2	24 55.7	28 44
a	24 58.9	28 28
v	25 0.0	31 53
z_1	25 6.8	29 47

Später wurde noch durch Anschluß an die Sterne 2, 6, 8 und 87 erhalten:

	ξ 1900.0	η 1900.0
z	+0.00034280	+0.00052119
a_3	+0.00046176	+0.00005003

	α 1900.0	δ 1900.0
z	$3^h 25^m 0^s.7$	$+43° 30' 14''$
a_3	25 2.9	28 37

Aufnahme V: 1902 Febr. 3–4.

Die Bedingungsgleichungen ergaben die Lösungen:

a +0.0000859280	d +0.0000004513
b −0.0000003764	e +0.0000863640
c −0.0000011428	f +0.0000018094

wobei die übrigbleibenden Fehler waren:

	r_x	r_y
1	+0.21	+0.90
2	−2.25	+0.76
3	+2.53	−5.34
4	−2.50	+2.26
5	+0.49	−2.71
6	+4.54	−1.88
7	−0.85	+0.91
8	−1.44	−0.61
59	+1.03	+0.10
62	−0.64	−2.09
81a	−1.06	−4.30

Als Koordinaten ergaben sich:

	ξ 1900.0	η 1900.0
n	−0.00295020	+0.00130267
m_1	−0.00222598	+0.00120559
m_2	−0.00178924	+0.00115628
b_1	−0.00060820	−0.00047621
f	+0.00041350	−0.00069192
x	+0.00051504	+0.00065053
z	+0.00056685	+0.00039877
a	+0.00059237	−0.00013443
a_3	+0.00084404	−0.00010987

	α 1900.0	δ 1900.0
n	$3^h23^m58^s.2$	$+43°33'\ 7''$
m_1	24 12.0	32 35
m_2	24 20.2	32 25
b_1	24 42.7	26 40
f	25 2.0	26 4
x	25 3.9	30 41
z	25 4.9	29 49
a	25 5.4	27 59
a_3	25 10.2	28 4

Mit Hilfe von 2, 6, 8 und 87 wurde nachträglich bestimmt:

	ξ 1900.0	η 1900.0
W	−0.00217022	+0.00109846
E	−0.00172312	+0.00092859
b	−0.00028747	−0.00047193
a_4	+0.00026380	−0.00033489
z_1	+0.00072198	+0.00028888

	α 1900.0	δ 1900.
W	$3^h24^m13^s.0$	$+43°32'13''$
E	24 21.5	31 38
b	24 48.7	26 50
a_4	24 59.2	27 18
z_1	25 7.9	29 26

Aufnahme VI: 1902 März 5.

Die Konstanten der Platte sind:

a +0.0000860738	d +0.0000003072
b −0.0000001072	e +0.0000859998
c +0.0000045910	f +0.0000022566

wobei als Fehler übrigblieben:

	r_x	r_y
1	−1.44	+5.41
2	−3.21	+0.39
3	−0.41	−5.93
4	−2.76	−0.61
5	+1.13	+1.18
6	+3.54	−0.09
7	−1.27	+4.73
8	+1.80	−0.03
59	+6.28	+1.63
62	+0.12	−2.43
81a	−3.79	−4.48

Als Koordinaten wurden hergeleitet:

	ξ 1900.0	η 1900.0
n	−0.00296231	+0.00131435
m_1	−0.00233819	+0.00124606
W	−0.00226573	+0.00112334
m_2	−0.00182592	+0.00114296
E	−0.00172407	+0.00092316
b_2	−0.00077814	−0.00044086
b	−0.00032437	−0.00055964
a_4	+0.00027526	−0.00031498
a	+0.00054194	−0.00018847
z_1	+0.00075579	+0.00018984
a_3	+0.00080782	−0.00012044

	α 1900.0	δ 1900.0
n	$3^h23^m58^s.0$	$+43°32'57''$
m_1	24 9.8	32 43
W	24 11.2	32 18
m_2	24 19.5	32 22
E	24 21.4	31 37
b_2	24 39.4	26 56
b	24 48.0	26 31
a_4	24 59.4	27 22
a	25 4.5	27 48
z_1	25 8.5	29 6
a_3	25 9.5	28 2

Für die Bestimmung der übrigen Positionen wurden als Vergleichsterne die Sterne 2, 5, 6, 7, 8, 62, 81a, 87, letzterer wieder als Anfangspunkt, sowie der Stern Bellamys

Nr. 64 $3^h24^m5^s.41$ $+43°35'42''.6$

benutzt. Als Resultate haben sich ergeben:

Aufnahme III: 1901 Dez. 5.

Die Konstanten waren:

a +0.0001094955	d +0.0000017888
b −0.0000018076	e +0.0001102750
c −0.0000003471	f +0.0000031358

mit den übrigbleibenden Fehlern:

	r_x	r_y
2	+0.18	−2.14
5	+0.98	−4.81
6	+3.11	−0.57
7	+3.97	+2.01
8	−3.45	+3.44
62	−0.47	+2.08
64	+0.94	−2.15
81a	−5.17	+2.17

Als Koordinaten ergaben sich:

	ξ 1900.0	η 1900.0
m	−0.00211987	+0.00115112
c_1	−0.00118531	−0.00033816
c	−0.00097053	−0.00047805
b_1	−0.00072939	−0.00048956
b	−0.00056453	−0.00039090
a_2	+0.00000577	+0.00009604
a	+0.00025853	−0.00002227
a_3	+0.00055508	−0.00000639

	α 1900.0	δ 1900.0
m	$3^h24^m14^s.0$	$+43°32'23''$
c_1	24 31.7	27 16
c	24 35.8	26 48
b_1	24 40.4	26 45
b	24 43.5	27 6
a_2	24 54.3	28 46
a	24 59.1	28 22
a_3	25 4.7	28 25

Aufnahme IV: 1901 Dez. 16.

Die Bedingungsgleichungen lieferten die Konstanten:

a	+0.0001093588	d	+0.0000029625
b	−0.0000026981	e	+0.0001096408
c	−0.0000009416	f	+0.0000049170

Als Reste blieben:

	r_x	r_y
2	+2.48	+2.98
5	−2.85	−5.60
6	+3.48	+2.69
7	+0.92	+4.41
8	−0.68	−1.35
62	−0.82	−0.64
64	−0.73	−3.49
81a	−1.80	+1.44

Die Koordinaten der einzelnen Punkte sind:

	ξ 1900.0	η 1900.0
m	−0.00227119	+0.01231139
d	−0.00210271	−0.00027920
b_1	−0.00075023	−0.00040822
b_2	−0.00070499	−0.00024572
b	−0.00048615	−0.00028916
a_2	+0.00023236	+0.00004079
z	+0.00027773	+0.00064325
a	+0.00032835	−0.00003560
a_3	+0.00057327	+0.00001711

	α 1900.0	δ 1900.0
m	$3^h 24^m 11^s.1$	$+43° 32' 40''$
d	24 14.3	27 29
b_1	24 40.0	27 3
b_2	24 40.8	27 36
b	24 45.0	27 27
a_2	24 58.6	28 35
z	24 59.5	30 40
a	25 0.4	28 19
a_3	25 5.1	28 31

Aufnahme VII: 1902 März 12.

Als Plattenkonstanten wurden gefunden:

a	+0.0001093578	d	+0.0000012113
b	−0.0000009543	e	+0.0001096038
c	−0.0000019527	f	+0.0000004664

mit den übrigbleibenden Fehlern:

	r_x	r_y
2	−2.59	+0.18
5	+0.73	+2.51
6	+3.36	−3.37
7	+2.06	+3.33
8	−2.11	−1.43
62	+2.78	−1.35
64	−0.57	+1.76
81a	−3.65	−1.60

Hieraus wurden die Koordinaten hergeleitet:

	ξ 1900.0	η 1900.0
T	−0.00342327	+0.00166798
H	−0.00309319	+0.00144144
m	−0.00196461	+0.00120293
E	−0.00135922	+0.00075912
b_1	−0.00056407	−0.00050250
b	−0.00031364	−0.00062469
a	+0.00055894	−0.00022699
z_1	+0.00071241	+0.00023509
a_3	+0.00081435	−0.00016826

	α 1900.0	δ 1900.0
T	$3^h 23^m 49^s.2$	$+43° 34' 10''$
H	23 55.5	33 23
m	24 16.9	32 34
E	24 28.4	31 3
b_1	24 43.5	26 43
b	24 48.2	26 18
a	25 4.8	27 40
z_1	25 7.7	29 15
a_3	25 9.6	27 52

Aus diesen Koordinaten wurden die nachfolgend gegebenen auf Bellamys Ort der Nova

$$3^h 24^m 24^s.12 \qquad +43° 33' 39''.5 \quad (1900.0)$$

sich beziehenden Polarkoordinaten berechnet. Das aus $\Delta\alpha \cdot \cos\frac{\delta_1 + \delta_2}{2}$ und $\Delta\delta$ gebildete rechtwinklige Dreieck wurde dabei als eben angenommen, was bei den hier in Betracht kommenden Positionen als hinreichend angesehen werden kann.

Die erste Tabelle enthält die Positionswinkel, die zweite die Distanzen der Kondensationen.

Tabelle 1.

Kondensation	1901				1902		
	Aug. 23	Nov. 17	Dez. 5	Dez. 16	Febr. 3—4	März 5	März 12
a	132° 59'.3	129° 31'.6	129° 52'.1	129° 2'.8	127° 9'.8	128° 42'.6	129° 6'.5
a_1	137 32.2	—	—	—	—	—	—
a_2	134 59.1	130 45.0	131 48.0	129 4.3	126 36.9*	127 1.9*	—
a_3	127 30.6*	125 36.9	125 28.7	124 45.8	123 48.3	124 22.4	125 4.2

Kondensation	1901				1902		
	Aug. 23	Nov. 17	Dez. 5	Dez. 16	Febr. 3—4	März 5	März 12
a_1	—	—	—	—	135° 1′.7	134° 32′.4	—
b	163° 16′.1	148° 41′.7	151° 51.2	148° 39′.3	146 51.2	148 42.2	149° 16′.6
b_1	165 34.4	—	156 53.9	156 31.0	153 51.2	—	153 9.0
b_2	—	—	—	153 25.5	—	157 33.6	—
c	177 50.6	161 47.8	162 51.3	—	—	—	—
c_1	—	—	167 49.6	—	—	—	—
d	203 37.6	191 29.3		196 0.9	—	—	—
e	—	221 3.4			—	—	—
f	—	—		—	137 50.7	—	—
n	—	—	—	—	263 19.0	261 28.4	—
x	114 8.7	105 13.0	—	—	112 24.2	—	—
y	132 58.3	130 42.0			—	—	—
z	—	117 18.0	—	115 6.3	117 26.5	—	—
z_1	—	116 35.0	—	—	118 0.7	119 32.2	119 8.8
m	247 45.6	238 57.3	235 22.4	247 17.1	—	—	230 14.7
m_1	—	—	—	—	244 0.6	250 7.5	—
m_2	—	—	—	—	209 33.1	212 51.3	—
E	—	—	—	—	193 12.3	193 28.4	163 23.6
W	—	—	—	—	234 20.2	239 37.1	266 59.0
T	—	—	—	—	257 57.2*	269 38.1*	274 31.3

Tabelle 2.

Kondensation	1901				1902		
	Aug. 23	Nov. 17	Dez. 5	Dez. 16	Febr. 3 bis 4	März 5	März 12
a	398*	490*	496*	508*	564*	562*	570*
a_1	374	—	—	—	—	—	—
a_2	357	453	440	483	541*	536*	—
a_3	430*	519	542	542	603	598	605
a_4	—	—	—	—	540	539	—
b	353	441	447	436	490	501	514
b_1	348	—	450	433	458	—	497
b_2	—	—	—	406	—	437	—
c	330	406	431	—	—	—	—
c_1	—	—	392	—	—	—	—
d	312	435		386	—	—	—
e	—	362	—	—	—	—	—
f	—	—	—	—	614	—	—
n	—	—	—	—	284	287	—
x	322	405	—	—	468	—	—
y	230	338	—	—	—	—	—
z	—	447	—	424	500	—	—
z_1	—	519	—	—	539	555	543
m	168	137	134	154	—	—	102
m_1	—	—	—	—	147	165	—
m_2	—	—	—	—	86	94	—
E	—	—	—	—	125	126	163
W	—	—	—	—	149	161	312
T	—	—	—	—	175*	236*	381

Die mit einem * bezeichneten Positionen sind genähert. Nebelkondensationen, die als zusammengehörend angesehen wurden, sind mit demselben Buchstaben bezeichnet, doch ist die Identität solcher Knoten nicht immer sicher. Die Bezeichnung ist mit derjenigen Ritcheys nicht identisch.

Von diesen Positionen wurde eine Karte hergestellt. Der besseren Übersicht wegen wurden nur die Positionen von 1901 Aug. 23, Nov. 17, Dez. 16; 1902 Febr. 3—4 und März 5 eingetragen; die Nebel der gleichen Aufnahme wurden gleichartig bezeichnet. *E* und *W* sind Marken, die an der sehr scharf verlaufenden Grenze des der Nova am nächsten liegenden hellen Nebels *m* angebracht wurden. Diese Punkte wurden auf der Karte durch Gerade verbunden, die also den Verlauf der Südgrenze des Nebels *m* angeben. Auch für 1902 März 12 wurde diese Gerade eingetragen, jedoch ohne ihre Endpunkte zu bezeichnen. Auf der Karte sind noch die Punkte der gleichen Aufnahme sowie die als identisch angesehenen Punkte verschiedener Aufnahmen verbunden, so daß die Karte also den Verlauf der Südgrenze der helleren Novanebel an den betr. Tagen, sowie die Bahnen einzelner Kondensationen gibt. (Vgl. Tafel.)

Das Gesamtbild der Umgebung der Nova ist bei den mit dem Bruceteleskop hergestellten Aufnahmen dasjenige, das die Zeichnungen Ritcheys[1] und die Photographien

[1] Astrophys. Journal XV. 129.

Perrines[1] zeigen. Es kann deshalb hier von einer eingehenden Beschreibung der einzelnen Aufnahmen abgesehen werden, besonders da sie an anderer Stelle mit den eben genannten Beobachtungen zusammen behandelt werden sollen. Zudem kann eine Beschreibung die Erscheinung doch nie so wiedergeben, wie es das Bild zu tun vermag. Zu den Aufnahmen sei jedoch noch folgendes bemerkt:

Aufnahme I: 1901 Aug. 23.

Die Nebel a bis d bilden die wichtigsten Kondensationen am Südrand des die Nova umgebenden elliptischen Ringes. x und y liegen im Innern desselben und sind groß und diffus im Gegensatz zu den scharf ausgeprägten Formen am Rande. Von y ist die Mitte eines hellen nach *SE* gekrümmten Bogens gemessen. Die Gruppe *[a]* besteht bei dieser wie bei allen folgenden Aufnahmen aus drei miteinander zusammenhängenden Teilen: dem Nebel a in der Mitte mit der schwächeren Fortsetzung a_3 nach E und (nur auf der Aufnahme I sich scharf abhebend) einer Verlängerung a_1 nach W. a_2 ist eine Fortsetzung des Knotens a nach der Nova zu und kaum von a getrennt. Ritcheys Zeichnung von 1901 Sept. 20 läßt den Teil a_2 erkennen, später ist er nicht mehr angedeutet, dagegen zeigen ihn die Photographien Perrines deutlich. b, länglich und kleiner als a, hängt mit der Nebelmasse um den nächsten Stern zusammen, die als b_1 vermessen wurde. m ist fast vollständig von der Aureole verdeckt; die Position ist daher mit den späteren nicht vergleichbar. Die einzelnen Nebel wurden ihrer Helligkeit nach untereinander verglichen. Ihre Reihenfolge, nach dem Grade ihrer Helligkeit geordnet, ist mit dem hellsten anfangend:

$$a_1 \quad b \quad b_1 \quad a \quad a_2 \quad y \quad d \quad c \quad x \quad a_3.$$

Ordnet man die Nebel der Helligkeit nach in Stufen, von 1 bis 4 schwächer werdend, so ergibt sich:

Stufe 1: a_1, b, b_1
2: a, a_2
3: y, d, c
4: x, a_3.

Aufnahme II: 1901 Nov. 17.

Die Form der Gruppe *[a]* ist unverändert; a_1 ist jedoch von einem Stern vollkommen verdeckt. b ist groß und diffus, läßt keine zwei Teile unterscheiden. Der Nebel setzt sich aber von dem gemessenen Teil ganz schwach nach N fort. c ist heller geworden und hat bestimmte, langgestreckte Gestalt angenommen. Die Identität des x mit dem der vorigen Aufnahme ist zweifelhaft. z und z_1 bilden eine diffuse zusammenhängende Masse, wovon die hellsten Teile vermessen sind. m tritt hier aus der Aureole der Nova heraus.

Die Helligkeitsvergleiche ergaben:

$$a_2 \quad c \quad a \quad b \quad d \quad z_1 \quad a_3 \quad z \quad c \quad x \quad y$$

oder

Stufe 1: a_2, c, a (?)
2: b
3: d, z_1, a_3
4: z, c, x, y.

m ist wie auf den anderen Platten heller als alle übrigen Nebel und zeigt, während die anderen Kondensationen erheblich an Helligkeit abnehmen, eher eine Zunahme im Laufe der Erscheinung.

Aufnahme III: 1901 Dez. 5.

Entsprechend der kurzen Expositionsdauer sind die Positionen hier mit ziemlicher Unsicherheit behaftet. Nur die Gruppe *[a]* ist deutlich wahrzunehmen. a_2 liegt im N des Sternes 87 in Bellamys Verzeichnis[2]. b und b_1 stimmen in Form und Lage gut mit Perrines Photographie vom Dez. 8 und 11 überein. c und c_1 sind zwei verhältnismäßig deutlich hervortretende, lose zusammenhängende diffuse Nebel, die auf der eben genannten Photographie nur äußerst schwach angedeutet sind. Auf Ritcheys Zeichnung vom Dez. 14 fehlt c ganz, c_1 liegt der Nova näher als auf Aufnahme III.

Ihrer Helligkeit nach folgen aufeinander:

$$a_2 \quad a \quad c \quad c_1 \quad b \quad a_3 \quad b_1.$$

Nach Stufen geordnet:

Stufe 2: a_2, a
3: c, c_1
4: b, a_3, b_1.

Aufnahme IV: 1901 Dez. 16.

b und b_1 sind zwei scharf begrenzte in südöstlicher Richtung verlaufende Nebelstreifen. b biegt bei Ritchey in die *EW*-Richtung um. Dieser Teil hängt mit b auf Aufnahme IV nur lose zusammen und wurde als b_2 besonders gemessen. z dehnt sich von dem gemessenen Teil nach S und besonders *SE* noch weiter aus. m erscheint hier wie auch auf III als rundliche, sich von der Nova loslösende Wolke. Die Reihenfolge der Nebel ist:

$$b \quad a_2 \quad a \quad b_1 \quad d \quad z \quad a_3 \quad b_2$$

oder

Stufe 1: b
2: a_2, a, b_1
3: d, z
4: a_3, b_2.

[1] Astrophys. Journal XVI. 249. = Lick Bull. No. 23.

[2] Monthly Not. 61. 345.

Aufnahme V: 1902 Febr. 3—4.

a_3 bildet mit a einen zusammenhängenden Nebel, ist jedoch weit schmäler als a. a_3 ist im Verhältnis zu a viel heller als früher. a_4 tritt hier sowie März 5 wieder deutlich hervor. Auffallend ist bei dieser und der folgenden Aufnahme eine Verlängerung von a nach *SW*, deren Mitte etwa nahe a_4 liegt. Diese Nebelmasse tritt bei Ritchey und Perrine nur schwach hervor und ist bei den Heidelberger Aufnahmen wohl durch eine in ziemlich derselben Richtung ziehende Sternkette verstärkt. Die Identität von x mit früheren Nebeln ist unwahrscheinlich. z und z_1 hängen untereinander zusammen. m zeigt hier zum ersten Male die auf Ritcheys Zeichnungen schon früher sichtbaren, sich nach E und W ausbreitenden Flügel. Dementsprechend wurden zwei Punkte m_1 und m_2, die Mitte jedes Flügels vermessen.

Die Gerade *EW* gibt, wie schon früher angegeben wurde, die Südgrenze des Nebels m der Richtung nach an. T ist der am weitesten im W liegende Punkt dieses Nebels. n ist ein ziemlich heller Nebel im *NNW* von Stern 59 in Bellamys Verzeichnis. Es sei hier noch bemerkt, daß Ritcheys Nebel p auf der Zeichnung 1902 Febr. 8, der dort zu den hellsten zählt, am 3. bis 4. Febr. nur schwach angedeutet ist.

Die Helligkeitsschätzung ergab als Reihenfolge:

$$a \quad b \quad a_3 \quad b_1 \quad n \quad x \quad z \quad a_2 \quad z_1 \quad a_4 \quad f$$

oder

Stufe 1: a
2: b, a_3
3: b_1, n, x, z, a_2
4: z_1, a_4, f.

Aufnahme VI: 1902 März 5.

Diese und die nächste Aufnahme konnten mit schon veröffentlichten Zeichnungen oder Photographien nicht verglichen werden; es wurden deshalb nur solche Punkte vermessen, die als Nebel sicher zu erkennen waren. b_1 war nicht zu erkennen, die Existenz von b_2 und n ist fraglich. a_3 zeigt eine deutliche Verlängerung nach E. Nach Helligkeiten geordnet folgen die Nebel:

$$b \quad a_3 \quad a_4 \quad a \quad b_2 \quad z_1 \quad n \quad a_2$$

oder

Stufe 2: b, a_3, a_4
3: a, b_2, z_1
4: n, a_2.

Aufnahme VII: 1902 März 12.

Außer den Gruppen *[a]* und *[b]* ist z_1 als äußerst diffuser Nebel zu erkennen; seine Identität ist jedoch fraglich. m wurde als Ganzes vermessen. Die Reihenfolge nach Helligkeiten ist:

$$a_3 \quad b_1 \quad a \quad b \quad z_1.$$

In Stufen:

Stufe 2: a_3, b_1
3: a, b
4: z_1.

II. Bewegung und Gestaltsveränderung der Novanebel.

Zu einer Untersuchung der Orts- und Gestaltsveränderung der einzelnen Nebelkondensationen sollen als Ergänzung und Erweiterung die Veröffentlichungen Perrines und Ritcheys herangezogen werden. Es werden dabei die Nebel zunächst als reelle Gebilde angesehen, deren Bewegung in einer Ebene, der Bildebene, vor sich geht. Die aus den Positionen der einzelnen Aufnahmen hergeleitete Bewegung hängt nun wesentlich davon ab, welche Nebel man als zusammengehörig betrachtet. Das Aufsuchen identischer Nebel wird durch eine mit dem Ortswechsel verbundene Formveränderung erschwert und ist nur bei der Gruppe *[a]* außer allem Zweifel. Auch wird das Bild der Bewegung leicht dadurch verzerrt, daß auf verschiedenen Aufnahmen nicht die entsprechenden Stellen der einzelnen Nebel aufgefaßt wurden. Den Rand zu messen, wäre nicht bei allen Kondensationen möglich gewesen; so wurde die Mitte eingestellt, was bei der wechselnden Gestalt und Expositionsdauer zu Verschiedenheiten führen muß. Die Vergleichung der Positionen kann also nur zu einem in großen Zügen richtigen Bild führen.

Aus den Aufnahmen I und II ergibt sich als Weg in 86 Tagen für:

a	a_2	a_3
92″	96″	89″

als tägliche Geschwindigkeit also:

1″07	1″12	1″03.

Nun stehen die Nebel offenbar mit dem Ausbruch der Nova (1901 Febr. 21) in Verbindung und sind von derselben ausgegangen. Hätten sie sich mit derselben Geschwindigkeit, die sie zwischen August und November zeigen, auch vorher bewegt, so wäre der Tag des Weggangs von der Nova für:

a	a_2	a_3
1900 Aug. 17	Okt. 9	Juli 3.

Entsprechend ist tägliche Geschwindigkeit aus I und II und Tag der Loslösung für:

b	c	d	x	y
1″12	0″91	1″43	0″97	1″26
1900 Okt. 12	00 Aug. 25	01 Jan. 17	00 Sept. 25	01 Febr. 21.

Es ist also höchstens für y und d eine ziemlich gleichförmige Geschwindigkeit vom Ausbruch der Nova bis Mitte November 1901 anzunehmen.

Für die anderen Nebel, die etwa am 21. Febr. 1901 (jedenfalls nicht früher) von der Nova ausgegangen sein müssen, folgt eine ungleichförmige, langsamer werdende, bei verschiedenen Objekten verschiedene Bewegung. Das stimmt auch mit dem weiteren Verlauf der Bewegung überein. Dazu tritt noch eine Änderung im Positionswinkel, sodaß also die Bewegung der Novanebel in der Bildebene eine vollkommen ungleichförmige, krummlinige ist. Diese soll nun im einzelnen weiter verfolgt werden, wobei zunächst *m* ausgeschlossen bleibt. Die früheste Beobachtung, die Perrines 1901 März 29, muß vorläufig ausgeschaltet werden, da sich keine Identität der Nebel mit denen späterer Aufnahmen mit Sicherheit angeben ließ. Nehmen wir 1901 Februar 21 als Zeit des Ausgangs von der Nova, so ist die mittlere tägliche Geschwindigkeit bis August 23 für:

a	a_2	a_3
2ʺ20	1ʺ95	2ʺ35.

Die übrigen Kondensationen zeigen kleinere Geschwindigkeiten herab bis zu 1ʺ26, derjenigen von y. Die Anordnung der Nebel, die Aufnahme I am besten erkennen läßt, ist etwa dieselbe wie auf Ritcheys Zeichnung 1901 Sept. 20, die nördlich der Nova gelegenen Teile der Ellipse sind jedoch nur angedeutet.

Die Aufnahme II von 1901 Nov. 17 zeigt die Nebel in bedeutend größerer Entfernung von der Nova und schon etwas schwächer. Die elliptische Anordnung ist im allgemeinen dieselbe geblieben, die Geschwindigkeiten haben sich verringert; die Bewegung war nicht geradlinig. Nachfolgend ist die mittlere tägliche Geschwindigkeit für August bis November und die Gesamtänderung des Positionswinkels zusammengestellt.

Für:

a	1ʺ07	− 3° 27ʹ7
a_2	1.12	− 4 14.1
a_3	1.03	− 1 53.6
b	1.12	−16 9.3
c	0.91	−16 28.8
d	1.43	−12 8.3
x	0.97	− 8 55.7
y	1.26	− 2 16.3.

Alle Nebel zeigen übereinstimmend eine Drehung nach *E*. Die Gestalt der einzelnen Nebel ist wesentlich dieselbe geblieben. Besonders kann man an */a/* jedesmal eine schmälere Hälfte (als a_3 gemessen) und eine breitere unterscheiden (zusammengesetzt aus a mit a_1 und a_2). Die Breite beträgt bei I 20ʺ bezw. 60ʺ; bei II 30ʺ bezw. 55ʺ.

Zwischen I und II fallen zwei Aufnahmen Ritcheys[1] die die Bewegung bestätigen und besonders die Helligkeitsabnahme der Nebel im *N* der Nova erkennen lassen, sowie zwei Aufnahmen von Perrine (1901 Nov. 7—8 und Nov. 12—13). Alle diese Aufnahmen zeigen, daß die Geschwindigkeit von August bis November keineswegs konstant war, sondern anfangs über, gegen Ende ganz beträchtlich unter der Durchschnittsgeschwindigkeit sich befand. Aus Ritcheys Aufnahmen von 1901 Sept. 20 und Nov. 13 ergibt sich eine Geschwindigkeit, die durchschnittlich unter 1ʺ bleibt. Perrines Aufnahmen ergeben für *A* (das den *a* entspricht) im November Geschwindigkeiten von 0ʺ2 bis 1ʺ0 im Tage. *B* zeigt teilweise sogar ein Zurückgehen. Dieselbe geringe Fortbewegung haben auch die anderen Nebel. Die Positionswinkel lassen in der kurzen Zeit wesentliche Unterschiede überhaupt nicht erkennen. Nur die im Innern der Ellipse gelegenen Nebel *K* und *L* zeigen eine bedeutende Vergrößerung des Positionswinkels. Als Breite der beiden Hälften von */a/* ergibt sich aus Perrines Photographien ebenfalls 20ʺ—25ʺ bezw. 55ʺ.

[1] Astrophys. Journal XIV. 293.

Die Aufnahmen III und IV sind vom 5. bezw. 16. Dez. und ergeben die Bewegung von Mitte November bis Mitte Dezember. Für diese ganze Zeit ist mittlere tägliche Geschwindigkeit und Änderung des Positionswinkels für:

a	0ʺ63	−0° 28ʹ8
a_2	1.03	−1 40.7
a_3	0.78	−0 51.1
b	−0.28	−0 2.4

Die Gruppe */a/* hat sich also mit fast derselben mittleren Geschwindigkeit weiterbewegt; für a_2 ist dieselbe relativ größer geworden. In der Tat ist a_2, das auf II noch a folgte, auf IV schon etwas seitlich von a gelegen. Die dazwischen liegende Aufnahme III, sowie zwei Aufnahmen Perrines vom Dez. 4 sowie Dez. 8 und 11, geben die Bewegung im einzelnen und zeigen wieder, daß dieselbe nicht gleichmäßig war. Es ist die mittlere tägliche Geschwindigkeit

	aus II—III	aus III—IV
für a	+0ʺ32	+1ʺ15
a_2	−0.70	+3.87
a_3	+1.27	−0.02.

Da die Positionen von */a/* noch am ehesten einen Vergleich erlauben, so darf man wohl schließen, daß die Kondensationen im einzelnen außer einer Entfernung von der Nova jeder Regelmäßigkeit der Bewegung entbehren.

Eine Formveränderung von */a/* ist natürlich die Folge dieser Bewegung. Die Gruppe nimmt, wie auch Perrines Photographien zeigen, immer mehr die Form eines langgestreckten Nebels mit hellerem Kern an.

Perrines Positionen zeigen ebenfalls eine lebhafte Vorwärtsbewegung an, ebenso wie der Sinn der Drehung nach *E* übereinstimmt. Nur A_1 zeigt zwischen Dez. 4 und 8—11 eine geringe Drehung nach *W*.

Die Bewegung der Gruppe [b] festzustellen wird durch die durchgreifende Gestaltsveränderung derselben erschwert. Während im August und November [b] noch im wesentlichen ein einfacher länglicher Nebel mit verschiedenen helleren Teilen war, der ohne scharfe Grenze in c überging, zeigt sich schon Dez. 5 und noch viel ausgeprägter Dez. 16 eine Spaltung von [b] in zwei parallellaufende langgestreckte Nebel, die bei Ritchey und Perrine ebenfalls sehr deutlich zu erkennen sind. Von Nov. 17 bis Dez. 5 zeigt nun b noch ein Vorwärtsgehen mit 0.″3 täglicher Geschwindigkeit, von da bis Dez. 16 gehen beide Teile von [b] zurück:

b	um	9.″3
b_1	»	17.″6.

Diese Rückwärtsbewegung von [b] ist reell und läßt sich schon durch bloßes Vergleichen der Platten feststellen. Da aber Perrines Photographie Dez. 8—11 nichts davon zeigt, so ist sie jedenfalls in sehr kurzer Zeit erfolgt.

Auch die weiter nach W gelegenen Nebel zeigen gegenüber Nov. 17 ein Zurückweichen, so daß, wie die Karte zeigt, die Südgrenze der helleren Nebel stark gegen die Nova zurückgegangen ist. Ritcheys Zeichnung 1901 Dezember 14 gibt an dieser Stelle noch weitere Details. Hier reichen feine Nebel gegen S und SW immer noch bis zur Grenze der von [a] und [b] angedeuteten Ellipse, die helleren Nebel machen aber einen deutlichen Bogen nach innen, der allein auf IV sichtbar ist.

Aufnahme V, sowie die dazwischen liegenden Perrines 1902 Jan. 2—3, Jan. 10—11, Jan. 31 bis Febr. 2 geben die Bewegung von Mitte Dezember bis Anfang Februar. Mittlere tägliche Geschwindigkeit und Änderung des Positionswinkels war

für:	a	+1.″11	−1° 53.′0
	a_1	+1.10	−2 27.4
	a_3	+1.20	−0 57.5

Die Unregelmäßigkeit der Bewegung ergibt sich wieder aus Perrines Positionen. So ist z. B. für A_1 die mittlere tägliche Geschwindigkeit von

Dez. 8—11 bis Jan. 2—3	0.″33
Jan. 2—3 » Jan. 10—11	5.″88
Jan. 10—11 » Jan 31— Febr. 2	0.″45

Für b und b_1, die ihre scharfe Streifenform vollkommen eingebüßt haben und beinahe wieder miteinander verschmolzen sind, betragen die obigen Werte:

b	+1.″07	−1° 48.′1
b_1	+0.50	−2 40.2.

Die westlich davon liegenden Nebel sind zu schwach, als daß sie vermessen werden konnten, doch haben auch sie nach Ritchey und Perrine die Bewegung mitgemacht.

x, z, z_1 sind hier zum ersten Male seit Nov. 17 wieder vermessen. Die Wege sind für:

x	z	z_1
63″	53″	20″.

Da a sich in der gleichen Zeit um 74″ von der Nova entfernt hat, so ist die Bewegung von z_1 eine äußerst langsame. Wegen des stark abweichenden Positionswinkels von x 1901 Nov. 17 scheint jedoch dieser Punkt nicht mit den beiden anderen x identisch zu sein.

Aufnahme VI sowie diejenige Perrines 1902 März 4—6 geben die Bewegung bis Anfang März. Die Änderung im Laufe des Februar ist sowohl für Gestalt und Lage eine geringe. [a] behält die Form eines langgestreckten Nebels bei, zeigt aber geringere Ausdehnung wie früher. Die Positionen zeigen kleinere Distanz von der Nova und größere Positionswinkel. Diese Bewegung ist aber im wesentlichen nur eine scheinbare und wird dadurch hervorgerufen, daß bei beiden Aufnahmen nicht dieselben Punkte vermessen wurden. Wie die Karte ergibt, hat auch im Februar für die Gruppe [a] eine freilich sehr geringe Vorwärtsbewegung stattgefunden, für b ist dieselbe am größten und die mittlere tägliche Geschwindigkeit ist 0.″39. Auch aus Perrines Aufnahmen ergibt sich eine sehr geringe Bewegung von der Nova weg; die mittlere tägliche Geschwindigkeit ist für:

A_1	A_2	A_3
0.″18	0.″24	0.″52.

Mitte März wird dann, wie sich aus Aufnahme VII ergibt, die Bewegung wieder lebhafter. Von Anfang bis Mitte März ist die mittlere tägliche Geschwindigkeit für:

a	a_1	b
1.″10	0.″94	1.″81,

eine Geschwindigkeit, die derjenigen im August bis November 1901 kaum nachsteht. Aus Perrines Messungen ergibt sich sogar bis Ende März (aus den beiden Aufnahmen 1902 März 4—6 und März 28 bis 30) für

A_1	A_2
2.″04	1.″75.

Daß diese Geschwindigkeit noch weiter angedauert hat, ergibt sich aus Perrines letzter Aufnahme 1902 Juli 12—15, woraus für A_2 vom März bis Juli eine mittlere tägliche Geschwindigkeit von 0.″92 folgt. Ob die Geschwindigkeit noch weiter angedauert oder welchen Schwankungen dieselbe unterworfen war, darüber fehlen weitere Beobachtungen.

Faßt man den bis jetzt behandelten Teil der Bewegung zusammen, so ergibt sich, daß die in Form einer Ellipse um die Nova gelagerten Nebel sich anfangs mit sehr großer Geschwin-

digkeit (ungefähr 2" im Tag) von derselben entfernten. Vom August ab (von wo ab auch nur die im *S* der Nova gelegenen Nebel deutlich sichtbar blieben) sank die Geschwindigkeit auf etwa 1" herab. Die Bewegung war mit einer Drehung nach *E* verbunden und von Gestaltsveränderungen begleitet, deren wichtigste die Teilung von *b* ist. Bei dieser Nebelgruppe ist Mitte Dezember ein Zurückweichen zu beobachten. Die allgemeine lebhafte Bewegung dauert bis Anfang Februar. Bis Anfang März ist sie dann sehr gering, nimmt rasch wieder zu und erreicht Ende März, wenigstens in einigen Teilen, eine Geschwindigkeit, die derjenigen in der Zeit vor August 1901 fast gleichkommt. Von hier ab läßt die Geschwindigkeit nach, zeigt aber immer noch für den einzigen beobachteten Punkt den Betrag von beinahe 1" im Tag. Die Bewegung ist eine fortwährend schwankende; die Drehung der Nebel erfolgt in der Richtung mit dem Uhrzeiger, doch findet sich auch der entgegengesetzte Drehungssinn. Die Nebel sind fortgesetzten Helligkeitsschwankungen unterworfen, doch sind die Gruppen *[a]* und *[b]* immer heller als die anderen Nebel der Ellipse.

Eine von diesen Nebeln ganz verschiedene Erscheinung bietet der der Nova zunächst gelegene helle Nebel *m* dar. Bei Perrine bildet er die Gruppe *D*. Die Positionen der ersten Aufnahmen sind kaum vergleichbar, da der Nebel von der Aureole der Nova zum großen Teil verdeckt wird. Doch zeigen, wenn man I, was sicherlich einen zu großen Wert gibt, ausschließt, die folgenden Aufnahmen in Übereinstimmung mit Perrine, daß bis Anfang Dezember die Distanz von der Nova unverändert blieb. Von Dezember 5 bis 16 entfernt sich *m* von der Nova mit einer mittleren täglichen Geschwindigkeit von 1."77. Bei Perrine zeigt zwischen Dezember 4 und 8—11 D_2 dieselbe Bewegung, D_1 und D_3 sogar eine größere. Die Geschwindigkeit ist für:

D_1	D_2	D_3
3."3	1."7	4."2,

eine Geschwindigkeit, die zum Teil zu den größten zählt, die wir bei den Novanebeln überhaupt beobachten. Dabei zeigt sich, ebenfalls in Übereinstimmung mit Perrine von Nov. 17 bis Dez. 4 eine geringe Drehung nach *E* (—3° 34'.9), von da bis Dez. 16 eine größere nach *S* (+11° 54'.7). Dieses Anwachsen des Positionswinkels rührt von der zunehmenden Ausbreitung des Nebels nach *W* her.

Die Aufnahmen V und VI gestatteten, einige Einzelheiten zu vermessen. Ein Vergleich zwischen beiden zeigt, daß sich der Nebel sehr rasch nach *W* ausgebreitet hat; *T* gibt etwa den äußersten Punkt des Nebels in dieser Richtung. Dabei zeigen diese Aufnahmen eine geringere Drehung nach *N*, als dies bei Ritchey und Perrine der Fall ist. Nach *S* schließlich breitet sich der Nebel nur wenig aus. Bei Perrine ist eine südliche Bewegung kaum zu erkennen; Ritchey jedoch hebt sie ausdrücklich hervor. Wie man aus der Karte ersieht, zeigt die die Südgrenze andeutende Gerade *EW* in dieser Zeit keine Drehung. Aufnahme VII, die eine noch viel lebhaftere Ausbreitung des Nebels nach *W* erkennen läßt, deutet durch die freilich sehr geringe Drehung der Südfront das Zurückweichen der westlichen Hälfte des Nebels an. Die Aufnahme Perrines 1902 Juli 12—15 läßt erkennen, daß sich aus dem Nebel *m* eine neue Masse *(T)* losgelöst hat.

Während der ganzen Zeit ist *m* bedeutend heller als alle übrigen Novanebel. Dabei geht die Helligkeit nicht zurück; wie Perrine angibt, ist der Nebel am Jan. 31 bis Febr. 2 sogar heller als zuvor. Auch im Februar ist eine Helligkeitszunahme wahrscheinlich. Noch Ende März ist *m* unverändert hell. Ritchey findet eine rasche Zunahme an Helligkeit zwischen 1901 Sept. 20 und Nov. 9; von da ab bleibt die Helligkeit ungeändert bis März 1902.

Im Anschluß hieran müssen noch einige Bemerkungen Perrines erwähnt werden. Auf den späteren Aufnahmen, wo die Helligkeit der Nova das Bild des Nebels *D* nicht mehr stört, zeigt er eine auffallende Ähnlichkeit mit den Schweifen heller Kometen. Beide Flügel des Nebels sind weithin verlängert, der eine nach *N*, wobei er einen Bogen um die Nova bildet, der andere nach *SE* in der Richtung auf *A*. Ein schwaches Nebelband zieht von *D* nach *A*. Außerdem lassen schon die Aufnahmen im Januar einen feinen Strahl erkennen, der sich nach Art der Diffraktionsstrahlen 1½' nach *NE* ausdehnt und in der Mitte breiter wird. Auch auf späteren Aufnahmen, wo die Diffraktionsstrahlen beinahe verschwinden, bleibt dieser Strahl unverändert und ist noch am 12.—15. Juli 1902 an derselben Stelle als Nebelmasse mit etwas Struktur zu erkennen.

Es bleiben noch die außerhalb der Ellipse gelegenen Nebel übrig, die auf den Heidelberger Aufnahmen zuweilen schwach zu erkennen sind und die Perrine als Gruppen *E* und *F*, sowie als Kondensationen *U*, *V* und *X* vermessen hat. Diese Nebel werden erst in ziemlicher Entfernung von der Nova sichtbar und zeigen sich 1901 Nov. 12—13 in einer Entfernung von 873" bezw. 813" im *N* der Nova. Die mittlere tägliche Geschwindigkeit vom Ausbruch der Nova an wäre demnach für:

F_1	F_2
3."3	3."1;

die Geschwindigkeit ist fast das doppelte derjenigen der inneren Nebel.

1901 Dez. 8—11 finden wir die Kondensation noch weiter von der Nova entfernt. Die Geschwindigkeit war in der Zwischenzeit für:

F_1	F_2
$1''.8$	$4''.6$.

Dabei ist die Gestalt der Gruppe F komplizierter geworden. Auch im *SSW* (Positionswinkel 210°.8) ist inzwischen ein neuer Nebel E_1 in einer Entfernung von 808" von der Nova aufgetaucht. Diese Nebel sind aber nur die hellsten Teile einer um die Nova ziehenden zweiten Ellipse, deren lange Axe etwa in dieselbe Richtung fällt, in der sich die Gruppe *[a]* bewegt. Die Dimensionen dieser Ellipse hat Perrine für die verschiedenen Aufnahmen bestimmt. Die Axen zeigen zwar immerhin beträchtliche Schwankungen, ohne jedoch auf eine regelmäßige Ausdehnung der Ellipse zu deuten.

Im einzelnen zeigen die hellsten Kondensationen noch folgende Bewegung. Bis 1902 Jan. 2—3 hat sich E_1 noch weiter entfernt; F zeigt teilweise Annäherung. Die mittlere tägliche Geschwindigkeit war für:

E_1	F_1	F_2	F_3	F_4
$+1''.6$	$-1''.1$	$+0''.4$	$+0''.8$	$+0''.6$.

Von Jan. 2—3 bis Jan. 31 — Febr. 2 beträgt sie für:

E_1	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5
$+0''.9$	$+2''.9$	$-0''.3$	$+1''.1$	$0''$	$+0''.7$.

Die Bewegung ist also auch hier eine unregelmäßige, die Richtung ist im allgemeinen von der Nova weg. Eine ziemlich starke Abnahme der Geschwindigkeit ist im Jahre 1902 jedenfalls eingetreten. Ebenso unregelmäßig ist die Änderung im Positionswinkel. Im allgemeinen wird er, wie bei den inneren Nebeln kleiner, bei E_1 aber zeigt er eine beträchtliche Zunahme. Besonders auffallend ist die starke Helligkeitsänderung der Nebel. So wächst Ritcheys Nebel *p* rasch zu großer Helligkeit an; auch seine Gruppe *n* (mit Perrines F identisch) zeigt eine ziemliche Helligkeitszunahme.

Während diese Nebel alle regelmäßig um die Nova angeordnet sind, und deren Bewegung schon auf eine Zugehörigkeit zur Erscheinung der Nova hinweist, sind in etwa derselben Entfernung (besonders im *SE* und auch *NW*) weit ausgebreitete unregelmäßige Nebel zu finden, deren hellsten Ritchey mit *k* bezeichnet hat. Bei diesen Nebeln läßt sich weder eine Veränderung des Ortes noch der Gestalt mit Bestimmtheit nachweisen. Bei *k* treten sogar im *SE* dieselben Umrisse auf allen Zeichnungen wieder auf. Als bemerkenswert hebt Ritchey noch hervor, daß der hellste dieser formlosen Nebel in derselben Richtung liegt, in der sich *[a]* bewegt und die Aufnahme 1902 Januar 7—9 zeigt einen feinen Nebelstreif von *a* nach *k* hineinziehen.

Es ist immerhin wahrscheinlich, daß diese Nebel nicht zu den von der Nova ausgehenden Kondensationen gehören, sondern als solche diffuse Nebelmassen aufzufassen sind, wie sie sich in der Milchstraße noch häufig finden.

Im wesentlichen kann man also in der Umgebung der Nova dreierlei in Entfernung und Verhalten verschiedene Kondensationen unterscheiden:

1. Den Nebel *m*, der bis Anfang Dezember eine konstante Entfernung von etwa 135" von der Nova hat, der sich bis Mitte Dezember nach *S* bewegt und dann mit großer Geschwindigkeit hauptsächlich nach *W* und *NW* ausbreitet.

2. Die Nebel der inneren Ellipse, die anfangs eine mittlere tägliche Geschwindigkeit von etwa 2" haben, die von August ab auf 1", später noch weiter heruntersinkt. Von Einzelheiten abgesehen, hört die Bewegung im Februar fast ganz auf, wächst aber dann rasch zu der früheren Geschwindigkeit wieder an. Die Nebel sind einer lebhaften Form- und Helligkeitsänderung unterworfen. Der Abstand der im *SE* gelegenen hellsten Gruppen ist für August im Mittel 384", für Mitte Dezember 492". Hierzu sind auch noch die innerhalb der Ellipse gelegenen Nebel zu rechnen.

3. Die Nebel der äußeren Ellipse, die im allgemeinen sehr schwach sind, von denen einzelne aber zu bedeutender Helligkeit anwachsen. Die eine oder andere Kondensation scheint sich sogar neu zu bilden, war aber jedenfalls vorher zu schwach, um wahrgenommen zu werden. Die Nebel haben sich mit nahezu doppelt so großer Geschwindigkeit wie die inneren Nebel von der Nova entfernt; diese Geschwindigkeit läßt aber schon Ende 1901 bedeutend nach, so daß eine augenfällige Vergrößerung der äußeren Ellipse nicht mehr wahrzunehmen ist. Die große Axe zeigt anfangs Januar 1902 eine Ausdehnung von 1065" im Mittel, die kleine von 849". Der Abstand der äußeren Nebel ist also ziemlich genau der doppelte desjenigen der inneren.

Zu erwähnen ist noch, daß der Positionswinkel für innere und äußere Nebel der Hauptsache nach kleiner wird. Für den westlichen Teil von *m*, für das im *SW* liegende E_1 und im

W liegende *G* wächst er an, ebenso zeitweise für einzelne Kondensationen im Innern der kleineren Ellipse.

Hierzu kommen:

4. Die strukturlosen Nebel außerhalb der äußeren Ellipse, deren Zugehörigkeit zu den eigentlichen Novanebeln fraglich ist.

In diese Gruppierung muß man versuchen, die Nebel der frühesten Aufnahme Perrines 1901 März 29 einzureihen. Hier zeigen sich Nebel in dreierlei wesentlich verschiedener Distanz. Der innere Ring ergibt im Mittel eine tägliche Geschwindigkeit von $1''.98$, der äußere eine solche von $3''.82$ und der Bogen im *NE* von $8''.77$.

Da diese Aufnahme ähnlich wie die späteren zwei konzentrische Ringe in etwa doppelter Entfernung zeigt, so ist es das Nächstliegende, diese Ringe mit den späteren als identisch anzusehen. Der Bogen im *NE* wäre dann späterhin verschwunden. Perrine hat diese Zuordnung getroffen und leitet aus den Messungen von 1901 März 29 und 1902 Jan. 2—3 bezw. 10—11 für den inneren Ring eine mittlere Geschwindigkeit von $1''.4$ während dieses ganzen Zeitraums, für den äußeren Ring eine solche von $2''.8$ her. Die Geschwindigkeit hat also nach dem 29. März nicht viel abgenommen.

Very[1] hat ebenfalls beide Ringe einander zugeordnet. Aus der mittleren Geschwindigkeit, die er aus der großen und kleinen Axe jeder Ellipse herleitet, findet er für die ersten 100 Tage eine Beschleunigung; hierauf nimmt die Geschwindigkeit für beide Ringe kontinuierlich ab. Die Geschwindigkeit, die Very für beide Ringe während der ersten 36 Tage angibt ($1''.46$ für den inneren, $3''.08$ für den äußeren) und die er wohl aus den genäherten Positionen Perrines[2] hergeleitet hat, ist zu klein, vielmehr sind die Werte $1''.98$ und $3''.82$ der Wahrheit jedenfalls näher. Ferner ergibt aber das Mittel der Kondensationen *a* bis *d* vom Ausbruch der Nova bis 1901 August 23 eine tägliche Geschwindigkeit von $1''.98$, das Mittel aus den Axen der größeren Ellipse bis 1901 Nov. 7—8 eine solche von $3''.75$; diese Werte lassen von einer Beschleunigung und nachfolgenden Verzögerung in der Bewegung nichts erkennen.

Nun weist Perrine[2] darauf hin, daß 1901 März 29 der im *SW* gelegene Teil des inneren Ringes eine auffallende Ähnlichkeit mit dem späteren Nebel *m* hat. Es scheint gar nicht ausgeschlossen, daß das spätere *m* der Überrest dieses inneren Ringes ist, dessen nördlicher Teil, ebenso wie bei der inneren Ellipse später verschwindet. Der äußere Ring am 29. März entspräche dann der inneren Ellipse und der Bogen im *NE* wäre als erste Andeutung der äußeren Ellipse aufzufassen. In diesem Fall hätten die einzelnen Kondensationen anfangs eine größere durchschnittliche Geschwindigkeit gehabt, besonders diejenige der äußeren Ellipse hätte stark abgenommen. Bei dieser zweiten Zuordnung fällt einmal das Verschwinden des äußeren im *NE* gelegenen Bogens fort, der nach Perrines Angaben von etwa 0° bis 90° im Positionswinkel reicht, und dann ist doch auch anzunehmen, daß *m* am 29. März bereits aus der Nova ausgetreten war. Unter obiger Annahme wäre die mittlere tägliche Geschwindigkeit von 1901 März 29 bis Aug. 23 für die innere Ellipse $1''.53$ für *m* etwa $0''.4$; diejenige der äußeren Ellipse bis Nov. 7—8 im Mittel $2''.94$.

[1] The American Journal of Science 4 S. Vol. 16. 58.

[2] Lick Bulletin Nr. 14.

III. Die Theorien der Novanebel.

Lage der jeweils sichtbaren Nebel im Raum.

Bei einer Beurteilung der Vorgänge um die Nova Persei wird man vor allem darauf zu achten haben, daß die Bewegung der einzelnen Kondensationen nicht in einer Ebene, sondern im Raume vor sich geht; daß das zu uns kommende Licht von einer primären Strahlung herrührt, die sich in irgend welcher Richtung von der Nova entfernt hat. Kapteyn schon hat bei Aufstellung seiner Hypothese hierauf Rücksicht genommen. Newcomb[3] hat die Formeln unter Annahme von Lichtgeschwindigkeit für die primäre Strahlung gegeben.

Will man gar keine Hypothese zugrunde legen, so gelten, wenn keine Vernachlässigung irgend welcher Art gemacht ist, für jeden einzelnen Punkt die Formeln:

$$1)\qquad \frac{\varrho}{v_1} + \frac{\varrho \sin\vartheta}{v \sin\sigma} - \frac{e}{v} = \tau$$
$$\varrho \cos\vartheta + \frac{\varrho \sin\vartheta}{\tan\sigma} = e$$

wobei

ϱ = Entfernung des Nebels von der Nova.

ϑ = Winkel zwischen den Richtungen Nova-Sonne und Nova-Nebel.

e = Entfernung zwischen Nova und Sonne.

v = Geschwindigkeit des Lichtes.

v_1 = Geschwindigkeit der von der Nova ausgehenden primären Strahlung.

σ = Entfernung des Nebels von der Nova an der Sphäre.

τ = Zeit vom Ausbruch der Nova an gerechnet.

Diese Gleichungen stellen, da τ und zunächst auch v_1 als Parameter anzusehen sind, Beziehungen zwischen ϱ, ϑ und σ dar, geben also bei Elimination von σ eine Gleichung derjenigen Punkte der primären Strahlung, die

[3] The Astronomical Journal 1903 No. 549—550.

zur Zeit τ für uns sichtbar sind, vorausgesetzt, daß die Strahlung nur momentan gewirkt hat. War die Strahlung von der Nova aus nach allen Seiten gleichmäßig, so liegen alle sichtbaren Punkte auf einer Fläche, die durch Rotation der Kurve um die Gerade Nova-Sonne entsteht; hat die wirksame Strahlung während der Zeit $\Delta\tau$ angedauert, so liegen die sichtbaren Punkte zwischen den Flächen mit den Parametern τ und $\tau - \Delta\tau$.

Nimmt man die Entfernung Sonne-Nebel und die Entfernung von der Sonne nach dem Fußpunkt der vom Nebel auf die Rotationsaxe gefällten Senkrechten als gleich an, so erhält man bei Elimination von a die von Seeliger[1] gegebene Form der Gleichung:

$$2)\qquad \varrho = \frac{v_1 \tau}{1 - \frac{v_1}{v} \cos\vartheta}$$

wobei ϑ im ursprünglichen Sinn gezählt wird.

Diese Gleichung, die gegenüber der strengen Formel nur eine ganz geringe Vernachlässigung bedeutet und also vollkommen zur Beschreibung der Erscheinung genügt, zeigt, daß die Punkte auf einer durch Rotation eines Kegelschnitts entstehenden Fläche liegen.

Da aber die Gleichungen (1) vier Unbekannte enthalten, so ist es unmöglich, aus den Daten der Beobachtung die Lage irgend eines Punktes der primären Strahlung im Raum zu bestimmen. Selbst wenn man e aus anderen Bestimmungen übernehmen wollte, wäre immer noch über v_1 eine Annahme zu machen. Andererseits ist es auch unter irgend einer Annahme über v_1 nicht möglich, die Parallaxe der Nova zu erhalten, wenn nicht besondere Spezialisierung die Elimination einer Unbekannten ergibt. Die wiederholten Versuche einer Parallaxenbestimmung sollen im Anschluß an die nunmehr zu besprechenden Hypothesen erwähnt werden.

Parallaxe der Nova und wahrscheinliche Geschwindigkeit der Nebel.

In den ersten Tagen der Entdeckung der Nebel, besonders als deren außerordentlich rasche Bewegung noch nicht bekannt war, hielt man natürlich die Kondensationen für enorme Gasmassen und dachte an eine Umbildung des Sternes in Nebelmaterie. Zu dieser Annahme war man um so mehr berechtigt, als das Spektrum der neuen Sterne auf eine solche Umwandlung hinzuweisen scheint.

So glaubt Pickering[2] die Nebel als ausbrechende Gasmassen nach Art der Sonnenprotuberanzen ansehen zu dürfen. Schon vor Entdeckung der Nebel[3] schloß er aus dem Verhalten der hellen und dunkeln Linien im Novaspektrum auf die Richtigkeit der Explosionstheorie der neuen Sterne, die deren Aufleuchten auf Ausbrüche von Gasmassen aus dem Inneren zurückführen will und verwarf die Kollisionstheorie, die das Entstehen neuer Sterne durch den Zusammenstoß von Materie erklärt, seien es einzelne Körper, Nebel oder Meteorschwärme. In den von der Nova ausgehenden Nebeln sah Pickering nur eine Bestätigung dieses Resultats.

Auf Grund solcher Annahme ist versucht worden, die Parallaxe der Nova zu bestimmen.[4] Aus einer Aufnahme des Goodsell Observatory ergab sich unter der Voraussetzung, daß die wirkliche Geschwindigkeit der Kondensationen senkrecht zum Visionsradius dieselbe sei, wie die aus spektroskopischen Messungen im Visionradius gefundene, eine Parallaxe von 1".5 für die Nova.

Nun weisen aber die direkten Bestimmungen von Aitken, Chase, Hartwig und Courvoisier auf eine äußerst kleine, wenn überhaupt meßbare Parallaxe hin, auch die Ausmessungen photographischer Platten am Royal Observatory, Greenwich[5], lassen auf einen beträchtlich kleineren Wert als 0".1 schließen, so daß die Geschwindigkeit der Novanebel diejenige der Protuberanzen weit übertreffen muß. Den einzigen reellen Wert hat Bergstrand[6] gegeben. Unter Berücksichtigung der Dispersion der Luft findet er aus einer Reihe von Aufnahmen für die jährliche Parallaxe der Nova +0".03 ±0".01.

Wie Schaeberle[7] hervorhebt, können alle diese Werte, da sie aus relativen Bestimmungen hervorgegangen sind, mit großen Fehlern behaftet sein, die dadurch hervorgerufen sind, daß die Vergleichsterne selbst uns sehr nahe liegen. Für eine einwandfreie Beurteilung der Bewegung der Novanebel wäre es also von großem Vorteil, wenn man aus diesen selbst die Parallaxe der Nova herleiten könnte.

Auch die von Prof. Wolf[8] anfangs ausgesprochene Ansicht, daß es sich um fortschreitende Explosionen von Gasen handeln könne, mußte bei so kleiner Parallaxe hinfällig werden. Wie Very angibt,[9] ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit beim Knallgas zu 2819^m pro Sekunde bestimmt worden.

Prof. Wolf[10] hat nun zuerst darauf hingewiesen, daß die Geschwindigkeit des Lichtes die für die Nebel wahrscheinlichste ist, eine Annahme, die auch den meisten Hypothesen zugrunde liegt. Hieraus hat er aus

[1] Astrophys. Journal. XX. 100.
[2] Astrophys. Journal XV. 68.
[3] Astrophys. Journal XIII. 277.
[4] Popular Astronomy IX. 575.
[5] Monthly Not. 62. 402.
[6] Arkiv för Matematik, Astronomi och Fysik. Band 1.
[7] Astron. Nachr. 164. 3935.
[8] Astron. Nachr. 157. 3752.
[9] The American Journal of Science N. S. 4. Vol. 16. 49.
[10] Astron. Nachr. 157. 3753.

der Bewegung der Kondensation A eine mit den direkten Messungen gut übereinstimmende Parallaxe von 0ʺ.012 hergeleitet, wobei freilich die Bewegung des Nebels senkrecht zum Visionsradius angenommen wurde.

Eine größere Geschwindigkeit als die des Lichtes anzunehmen, ist schon deshalb unstatthaft, weil uns in der Natur solche Strahlungen nicht bekannt sind.

Die Hypothese Lockyers.

Von den verschiedenen Hypothesen sei diejenige Lockyers[1] zuerst erwähnt, weil sie die Ursache der Nebelbildung gar nicht in die Nova selbst verlegt. Die Hypothese ist eine Erweiterung der Theorie, die Lockyer für die Entstehung eines neuen Sternes aufgestellt hat. Darnach entsteht eine Nova durch den Zusammenstoß zweier oder mehrerer Meteorschwärme, wobei ein Nebel als das eine, ein Komet als das andere Extrem eines solchen Schwarmes anzusehen ist. Dringt nun ein ganzes System von Meteorschwärmen in einen schon vorhandenen, ruhenden Nebel ein, so treten Erscheinungen zutage, wie sie in der Umgebung der Nova Persei beobachtet wurden. Ein außerordentlich starker Schwarm hat die Nova selbst hervorgebracht, schwache Ströme die einzelnen Nebelkondensationen. Wir haben also gar keine Fortbewegung, sondern an verschiedenen Orten ereignen sich Katastrophen derselben Art. Diese Orte müssen soweit hinter der Nova und in solcher Entfernung voneinander liegen, daß sich daraus das von uns beobachtete Bild der Erscheinung ergibt.

Lockyer hat diese Hypothese veröffentlicht, als nur die ersten Beobachtungen der Novanebel bekannt waren. Jetzt, wo man die ganze Erscheinung zu überblicken imstande ist, kann man sie nicht aufrecht erhalten. Denn abgesehen von der Unwahrscheinlichkeit der Existenz so ungeheurer Meteorschwärme, wäre man gezwungen anzunehmen, daß jedesmal, wenn die Umgebung der Nova photographiert wurde, die alten Nebel erloschen und an deren Stelle doch ungefähr ebenso gestaltete neue getreten seien, die eine keineswegs regellose Bewegung vorzutäuschen vermocht hätten.

Alle übrigen Hypothesen sehen die Nova selbst als Ursache der Erscheinung der Nebel an; sie lassen sich in zwei Gruppen einteilen:

1. Irgend welche primäre Strahlung, die von der Nova ausging, trifft auf bereits im Raum vorhandene Nebel, die bisher unsichtbar waren, und bringt dort in irgend welcher Weise eine sekundäre Strahlung hervor, die dann auf die photographische Platte wirkt.

2. Von der Nova geht fein verteilte Materie aus, die selbst als Nebel auf der Platte sichtbar wird.

[1] Nature. 65. 134.

Die Theorie Seeligers.

Den Vorzug größter Einfachheit hat eine Theorie, die gleichzeitig Kapteyn[2], Seeliger[3] und W. E. Wilson[4] aufgestellt haben. Darnach hat der Nebel, der den Stern umgibt, kein oder nur äußerst schwaches Licht und das, was die Wirkung auf der Platte hervorgebracht hat, ist das Licht der Nova selbst, das an diesen Nebeln reflektiert wurde. Das Licht auf direktem Weg wird uns schneller erreichen, als auf dem Wege über die Nebel. Aus (2) geht hervor, daß zur Zeit τ alles Licht zu uns gelangt, das von Nebelteilchen herrührt, die auf einem Rotationsparaboloid (Parameter $= c\tau$) liegen. Hat die allein wirksame Lichtstrahlung, die hinreichte, uns die Nebel sichtbar zu machen, $\Delta\tau$ Tage angedauert, so sehen wir zur Zeit τ alle Nebel, die zwischen den Paraboloiden mit den Parametern τ und $\tau - \Delta\tau$ liegen. Mit wachsender Zeit verschiebt sich diese Schale, und wir werden nach und nach die ganze Nebelmasse erblicken, die sich in der Umgebung der Nova befindet.

Aus den ersten Veröffentlichungen folgerte Kapteyn, daß die Nebelmasse in der Nähe der Nova größtenteils aus Nebelstreifen besteht, die in einem Raum enthalten sind, der auf der Sonnenseite von einer Ebene begrenzt ist. Diese Ebene muß gegen die Gesichtslinie eine Neigung von etwa 79° haben in solcher Richtung, daß der südwestliche Teil der Sonne am nächsten ist, und die Nova muß nahe an dieser Ebene stehen, also wenig in die Nebelmasse eingedrungen sein[2]. Die aus der Bewegung hergeleitete Parallaxe der Nova gibt Kapteyn zu 0ʺ.011 an, ohne jedoch anzudeuten, auf welchem Wege er diesen Wert erhalten hat.

Auch Wilson[5] hat die Parallaxe der Nova aus der Bewegung der Nebel berechnet. Aus Ritcheys Nebel *a* findet er für zwei verschiedene Beobachtungen 0ʺ.013 und 0ʺ.012. Da aber auch hier die Bewegung von *a* senkrecht zum Visionsradius angenommen wurde, so können diese Werte nur dann Anspruch auf Wahrheit erheben, wenn diese Annahme zufällig erfüllt war. Das zu entscheiden ist aber nicht möglich.

Wenn uns die Erscheinung um die Nova Persei schon vorhandene Nebelmassen anzeigt, so muß man, wie Seeliger in seinen beiden Aufsätzen[6] ausführt, schließen, daß die Strahlung von der Nova nach verschiedenen Richtungen mit verschiedener Intensität vor sich gegangen ist, und daß diese Materie nicht gleichförmig um die Nova verteilt liegt, sondern aus Bändern

[2] Astron. Nachr. 157. 3756.
[3] Astron. Nachr. 157. 3759.
[4] Nature 65. 198.
[5] Nature 65. 298 und The scientific Proceedings of the R. Dublin Society. N. S. IX. 556.
[6] Astrophys. Journal XVI. 187 und XX. 105.

und Schalen besteht. Davon ist immer gerade das sichtbar, was die paraboloidische Schale ausschneidet. So kann, wie Seeliger hervorhebt, jede beliebige Gestalt, Gestaltsveränderung und Bewegung verständlich werden, und eine sich unverändert weiterbewegende Kondensation zeigt nur an, daß in dieser Richtung ein Nebelstreif hinzieht, längs dessen die Materie gleichförmig verteilt ist.

Unter Einführung rechtwinkliger Koordinaten geht Gleichung (2) über in:

$$3) \qquad \varrho - x = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} - x = v\tau,$$

wobei für v_1 die Lichtgeschwindigkeit gesetzt wurde. Ist nun die Form einer solchen Kondensation auf der Platte bestimmt durch:

$$4) \qquad \tau = f(y, z),$$

so ist durch Kombination von (3) und (4) die Lage eines solchen Nebelstreifens im Raum gegeben:

$$5) \qquad \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} - x - v\pi f(y, z) = 0.$$

Auch diese Gleichung zeigt wieder die Unmöglichkeit, die Lage der Punkte im Raum zu bestimmen, denn y und z sind im Winkelmaß, τ nur als Länge bekannt. Jeder Parallaxe π entspricht eine andere Verteilung der Nebel im Raum.

Es wäre also auch zur Beurteilung der Hypothese Seeligers von großer Bedeutung, die Parallaxe der Nova zu kennen.

Die Untersuchungen von Luyties und Hinks.

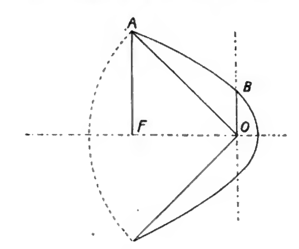
Nun hat Luyties[1], dessen Ausführungen teilweise eine Ergänzung derjenigen Seeligers bilden, und die hier zunächst nur soweit wiedergegeben werden sollen, als sie für die Geschwindigkeit der Novanebel diejenige des Lichtes zugrunde legen, einen theoretisch sehr einfachen Weg zur Bestimmung der Parallaxe aus der Bewegung der Nebel gezeigt, der aber praktisch nicht durchführbar ist.

Luyties geht von zwei Eigentümlichkeiten der Novanebel aus: einmal der außerordentlichen Geschwindigkeit der Nebel, dann der zunehmenden Verzögerung in deren Bewegung.[2]

[1] Astrophys. Journal XIX. 129.

[2] Diese letztere Erscheinung, die von Very als Einwand gegen die Theorie Seeligers hervorgehoben wurde, jedoch eine Folgerung aus derselben ist, trifft durchaus nicht für alle Nebel zu. Da sich aber, wie vorher ausgeführt wurde, für irgend eine Parallaxe immer die entsprechende Lage der Kondensationen im Raum herleiten läßt, so kann hieraus auf eine im allgemeinen von Luyties' Voraussetzungen abweichende Verteilung der Nebel geschlossen werden.

Luyties nimmt nun an, die Strahlung ist von der Nova nach allen Seiten gleichmäßig ausgegangen und die Nebel sind in Form einer Kugel um die Nova gelagert. Alsdann wird jedesmal die paraboloidische Schale nach der Sonne zu von dieser Kugelfläche, deren Radius OA (vergl. die beigegebene Figur) sei, begrenzt sein. Nun



ist $OB = v\tau$. OB stellt also den Weg dar, den das Licht in der Zeit τ zurücklegt. Der scheinbare Weg der am weitesten außen gelegenen Nebel ist aber FA. Die scheinbare Geschwindigkeit der Kondensationen ist also viel größer als diejenige der primären Strahlung und eine aus den äußersten Kondensationen hergeleitete Parallaxe muß unter Annahme der Lichtgeschwindigkeit zu groß werden.

Luyties definiert drei Verhältnisse:

1. Das Verhältnis vom Radius der die Nebelmasse begrenzenden Kugel (Maximalradius) zu der Entfernung, die von der primären Strahlung in einer bestimmten Zeit durchlaufen wird (»extension«).

2. Das Verhältnis des scheinbar vom Nebel zurückgelegten Weges (FA) zu der in derselben Zeit von der primären Strahlung durchlaufenen Entfernung (»actual distortion«).

3. Das Verhältnis des scheinbar vom Nebel zurückgelegten Weges zu der in derselben Zeit vom Licht durchlaufenen Entfernung (»relative distortion«).

Für den hier in Betracht kommenden Fall sind die beiden letzten Verhältnisse identisch.

Wäre die Ausdehnung des Nebels bekannt, so könnte man diese Verhältnisse berechnen, und die Parallaxe der Nova wäre daraus herzuleiten. Mit einem willkürlich gewählten Maximalradius hat Luyties eine Reihe von Werten der Verhältnisse bestimmt und es ergibt sich hieraus, daß für Lichtgeschwindigkeit das Distorsions-

verhältnis sich immer mehr der Einheit nähert und daß, während die wirkliche Geschwindigkeit der primären Strahlung konstant bleibt, die scheinbare Geschwindigkeit der Kondensationen immer kleiner wird und den Wert null erreicht, wenn vt gleich dem Maximalradius geworden ist (extension = 1). Alsdann ist die Entfernung der äußersten sichtbaren Nebel gleich dem von der primären Strahlung in der zugehörigen Zeit senkrecht zum Visionsradius zurückgelegten Weg. Aus der Entfernung solcher Nebel, deren Bewegung zu einem Stillstand gekommen ist, läßt sich dann auf direktem Wege die Parallaxe der Nova bestimmen.

Nun finden sich aber in der Umgebung der Nova keine Nebel, bei denen diese Erscheinung in ihrem vollen Verlauf zu beobachten wäre. *m* zeigt zweifellos eine Beschleunigung. Die Nebel der inneren Ellipse verlangsamen ihre Bewegung eine Zeitlang, die darauf folgende Zunahme der Geschwindigkeit und deren geringe Abnahme nach 1902 März 30 läßt schließen, daß die Streifen von der Nova weg in einer zum Visionsradius nahezu senkrechten Richtung ziehen und die Verzögerung in der Bewegung nur durch ein kurzes Ausbiegen einzelner Streifen in der Richtung von der Sonne weg verursacht wird.

Völliges Stillstehen zeigen die Nebel außerhalb der größeren Ellipse und Very[1] hat aus ihnen die Parallaxe der Nova zu 0."05 bestimmt. Aber wie schon früher ausgeführt wurde, konnte an diesen Nebeln niemals eine Bewegung wahrgenommen werden.

Nur die Nebel der äußeren Ellipse lassen, besonders wenn man ihnen den Bogen im *NE* der Aufnahme 1901 März 29 zuordnet, in ihrer Bewegung einigermaßen die von Luyties geforderte Erscheinung erkennen.

Zieht man von der äußeren Ellipse nur die Gruppen *E* und *F* in Betracht, so ergibt sich als deren durchschnittliche Entfernung für

1901 Dez. 8–11	904"
1902 Jan. 2–3	918"
Jan. 10–11	932"
Jan. 31 – Febr. 2	945".

Diese Nebel zeigen noch immer eine lebhafte Bewegung, von Jan. 10—11 ab macht sich eine Verzögerung bemerkbar. Da die späteren bedeutend kürzer exponierten Aufnahmen Perrines diese Nebel nicht mehr geben, so läßt sich über den weiteren Verlauf der Bewegung nichts aussagen. Immerhin muß, wenn die Kondensationen auf einer die Nova umgebenden Kugel liegen, die aus dem Abstand der Nebel von der Nova hergeleitete Parallaxe zwar zu groß werden, aber kleinere Werte ergeben, je größer der scheinbare Abstand der Nebel von der Nova wird. Nun ergibt das Mittel aus den Gruppen *E* und *F* als Parallaxe (auf direktem Wege berechnet) für:

1901 Dez. 8–11	0."0178
1902 Jan. 2–3	0.0168
Jan. 10–11	0.0167
Jan. 31 – Febr. 2	0.0158,

zeigt also die geforderte Abnahme. Die äußeren Nebel deuten demnach auf einen Wert der Parallaxe $\pi < 0."015$ hin. Hätte die Bewegung der äußeren Nebel noch weiter in derselben Weise abgenommen, so käme man auf eine Parallaxe von etwa 0."01 für die Nova, vorausgesetzt, daß die von Luyties gemachten Annahmen, zutreffen, Annahmen, die von Seeliger als willkürlich zurückgewiesen werden.

Im Anschluß an die Theorie Seeligers müssen noch die Ausführungen Hinks'[2] erwähnt werden, der mit Hilfe der Distorsionserscheinung die pfeilförmigen Nebel erklärt, die sich am Rande der inneren Ellipse befinden und die auf Ritcheys Zeichnungen im *W* der Nova deutlich hervortreten. Hinks nimmt einen um die Nova ziehenden Nebelring an, dessen Ebene zum Visionsradius geneigt ist. Hieraus schneidet die paraboloidische Schale zwei symmetrisch gelegene pfeilförmige Gebilde aus, die langsam in entgegengesetzter Richtung sich bewegend eine Ellipse um die Nova beschreiben. Die beiden pfeilförmigen Nebel treffen für eine von Hinks willkürlich angenommene Lage des Ringes nach etwa 7 Jahren an einem Punkte zusammen, der dem ersten Schnittpunkte des Ringes mit der Schale gegenüber liegt.

Die Nebel *a* und *e* auf Ritcheys Zeichnung 1901 Sept. 20 stimmen der Lage und Gestalt nach gut mit den von Hinks beschriebenen pfeilförmigen Gebilden überein. Auch die Bewegung von *e* (von Perrine als *G* vermessen) läßt sich durch das stückweise Sichtbarwerden eines um die Nova ziehenden Nebelringes befriedigend erklären, daß aber *a* das zugehörende symmetrische Gebilde darstellt, ist wegen der großen radialen Komponente in der Bewegung dieser Kondensation nicht anzunehmen.

Einwände gegen Seeligers Theorie. Helligkeit der Novanebel.

Gegen Seeligers Theorie sind mancherlei Bedenken laut geworden.

Die wichtigste Frage, die schon Kapteyn aufgeworfen hat, ist die: Ist wirklich anzunehmen, daß unter den hier vorliegenden Umständen das reflektierte Licht stark genug ist, um eine noch merkliche Wirkung auf den Platten hervorzubringen?

[1] The American Journal of Science 4. Series Vol. 16. 128.

[2] Astrophys. Journal XVI. 198.

Seeliger bejaht diese Frage unbedingt.[1] Frühere Untersuchungen[2] allgemeinerer Natur führten ihn zu dem Resultat, daß die Flächenhelligkeit eines Nebels, welcher eine Parallaxe 0″01 besitzt und von einem Sterne von der Größe 10.4 beleuchtet wird, der sich im Abstande von 10″ befindet, unter Umständen vom Range 10^{-7} mal der mittleren Flächenhelligkeit des Vollmondes sein kann. Da die Helligkeit der Nova etwa 12000 mal so groß war als die eines Sternes 10.4. Größe, so ist eine solche Flächenhelligkeit in einer Entfernung von 1100″ zu finden. Aus dem Vergleich mit der Flächenhelligkeit einzelner hellerer Nebel und Sternhaufen sowie des Milchstraßenkomplexes schließt Seeliger, daß Flächenhelligkeiten von der angegebenen Größe vor allem auf der photographischen Platte noch bemerkbar sein müssen. Die Sichtbarkeit wird wesentlich von der Natur der Nebel abhängen, doch hindert nichts daran, für die Novanebel die günstigsten Bedingungen für das Sichtbarwerden anzunehmen.

Auch Wilson[3] kommt zu dem Resultat, daß die Lichtreflexion hinreicht, um die Nebel für uns bemerkbar zu machen. Wilson berechnet, daß die in einer Entfernung von 8′ von der Nova liegenden Nebel eine Lichtmenge empfangen, die 1:270500 derjenigen der Sonne ist, oder etwa 2.2 mal soviel als die Lichtmenge des Vollmondes. Nun schätzt Wilson die Helligkeit der hellsten Novanebel gleich derjenigen eines Sternes 18. Größe, woraus das Verhältnis der Helligkeit der Nebel zu der Helligkeit der Nova sich zu 1:6310000 ergeben würde. Dabei ist die Nova als Stern erster Größe angenommen; für die Größe 0.2 ist das letztere Verhältnis 1:13180000. Aus diesen Werten zieht Wilson den Schluß, daß die Nebel genug Licht reflektieren, um uns sichtbar werden zu können.

Wilsons Zahlen ergeben jedoch, daß die Nebel von der Nova (diese als Stern erster Größe angenommen) nur etwa $1:(270500 \cdot 10^4)$ des Lichtes der Nova empfangen, eine Lichtmenge, die etwa derjenigen eines Sternes 23. Größe entspricht, woraus im Gegenteil geschlossen werden muß, daß die Lichtreflexion nicht hinreichend ist, um uns die Nebel sichtbar zu machen.

Ähnliche solche Rechnungen führen zu demselben, den Seeligerschen Untersuchungen widersprechenden Resultat.

Bell[4] berechnet, daß die Lichtmenge, welche die Nebel von der Nova empfangen, nur wenig größer ist als diejenige des Mondlichts an der Erdoberfläche, woraus sich die Unmöglichkeit des Sichtbarwerdens der Nebel unmittelbar folgern läßt.

Eine andere Berechnung[5] ergibt, daß das Licht sich bis 1901 Sept. 20 über eine solche Kugel ausgebreitet hat, daß die Intensität des die Nebel erreichenden Lichtes zu dem der Nova sich wie $1:(11 \cdot 10^{14})$ verhält. Aus der Expositionszeit, die nötig ist, um die Nebel gerade hervorzubringen, wird dieses Verhältnis zu $1:(125 \cdot 10^6)$ berechnet, womit wieder die Unmöglichkeit der Annahme reflektierten Lichtes dargetan ist.

Turner geht in folgender Weise vor. Da das Licht von der Nova bis zu einigen der Nebel 8 Monate gebraucht hat, während das Licht von der Sonne zum Mond in 8 Minuten gelangt, die Nova (nach Turners Berechnung) 5000 mal so hell war als die Sonne, so ist, wenn man die Reflexionsfähigkeit der Nebel zu $\frac{1}{n}$ derjenigen des Mondes annimmt, die Intensität des von einem Nebel reflektierten Lichtes $\frac{5000}{(30 \cdot 24 \cdot 60)^2} \cdot \frac{1}{n}$ mal der Intensität für den Mond. Aus der Annahme, daß mit einem der großen Reflektoren der Mond in 0″003 photographiert werden kann, die Novanebel in etwa 20^m, folgert Turner, daß das Verhältnis der beiden Intensitäten den Wert $\frac{0.003}{20 \cdot 60}$ hat. n wird hiernach etwa 1. Die Nebel wären demnach sichtbar, wenn sie dasselbe Reflexionsvermögen hätten wie unser Mond.

Nordmann[6] hält es für ausgeschlossen, daß Nebel eine derartig große Albedo besitzen und verwirft deshalb die Theorie der Lichtreflexion.

Very weist im Anschluß an Turners Ausführungen auf eine photometrische Untersuchung des Mondes hin, die er bei Gelegenheit einer Mondfinsternis an der Sichel ausführte und die ergab, daß ein kleiner Teil der Mondoberfläche eine Helligkeit vom Range $1:10^9$ derjenigen besaß, welche derselbe Teil sonst bei Vollmond zeigte. Daraus, daß ein einzelnes kleines Teilchen trotz der hohen Albedo so viel weniger Licht reflektiert als dasselbe Teilchen in größerem Verbande, schließt Very auf die Unrichtigkeit der Reflexionstheorie. Zugleich verwirft er eine jede Berechnung, die nicht berücksichtigt, daß man es bei einem Nebel mit vielen solchen Teilchen zu tun hat, deren Gesamtheit die Flächenhelligkeit des Nebels hervorbringt.

Gerade aus diesem Grunde nun muß man alle derartige zum Teil zweifelhafte Berechnungen zurückweisen und doch der einzigen Untersuchung, die auf die Beleuchtung ausgedehnter staubartiger Massen Rücksicht nimmt, wie sie von Seeliger durchgeführt wurde, den Vorzug geben.

[1] Astron. Nachr. 157. 3759.

[2] Sitzber. d. Münchener Akad. XXXI. 275.

[3] Nature 65. 298 und The scientific Proceedings of the R. Dublin Society N. S. IX. 557.

[4] Astrophys. Journal XVI. 38.

[5] Popular Astronomy X. 103.

[6] Annales de l'Observatoire de Nice. Tome IX. 146.

Darnach kann unter günstigen Umständen das reflektierte Licht stark genug sein, um uns in der Umgebung der Nova liegende Nebel sichtbar zu machen.

Fehlende Polarisation bei den Nebeln.

Ein zweiter Einwurf, der gegen die Hypothese Seeligers erhoben wurde, ist der, daß es nicht gelungen ist, bei den Novanebeln Polarisation nachzuweisen.

Perrine[1] hat mit dem Croßley-Reflektor ein Doppelbildprisma verbunden und dieses so gestellt, daß seine Hauptebene durch die Nova und den Nebel *A* ging. Da die Ebene durch die Nova und *D* zu der ersteren ziemlich senkrecht steht, so konnte bei dieser Stellung gleichzeitig eine mögliche Polarisation von *D* nachgewiesen werden. Eine Aufnahme von etwa $7^1/_2$ Stunden zeigt die beiden Nebel *A* und *D*. Die beiden Bilder von *D* lassen keinen Unterschied in ihrer Intensität erkennen, für *A* läßt sich dies nicht mit Sicherheit feststellen, ist aber wahrscheinlich. Nun sind die Bilder freilich unter ungünstigen Bedingungen erhalten und Perrine bemerkt deshalb, daß man aus dieser Aufnahme noch nicht auf das Fehlen von reflektiertem Licht schließen darf, doch hätte er nach den Resultaten bei den Aufnahmen der Sonnenkorona (»Crocker expedition« zur Beobachtung der totalen Sonnenfinsternis 1901 Mai 17) auch hier einen Polarisationseffekt erwartet.

Wenn hiernach auch Zweifel an der Reflexionstheorie erhoben werden können, so hält dem Seeliger[2] entgegen, daß mit Reflexion nicht notwendigerweise Polarisation verbunden sein muß. Er führt einzelne Beispiele, wie den Mond oder die Wolken an, die obwohl sie in reflektiertem Licht leuchten, doch bisweilen keine oder nur geringe Polarisation zeigen, während andererseits das in der Atmosphäre diffus reflektierte Licht zum Teil stark polarisiert ist. Seeliger schließt hieraus, daß es sowohl von der Größe der reflektierenden Massenteilchen als auch von der gegenseitigen Lage von Lichtquelle und reflektierendem Medium abhängt, ob das zu uns gelangende Licht polarisiert ist oder nicht.

Während so das Fehlen der Polarisationserscheinung bei der Beurteilung der Seeligerschen Theorie nicht allzu stark ins Gewicht fallen darf, scheint eine andere Erscheinung dieselbe wesentlich zu stützen.

Spektrum der Nebel.

Perrine[3] hat das Licht der Novanebel spektroskopisch untersucht. Da Aufnahmen von 7—11 Stunden Expositionsdauer immer nur den Nebel *D* (= *m*) zeigten, so beschränkte sich Perrine auf die Untersuchung dieser einen Kondensation. Eine Aufnahme von 34 Stunden gibt nun ein äußerst schwaches, aber diesem Nebel zweifellos angehörendes Spektrum. Dreiviertel des Lichtes des Nebels ist in den Teil des Spektrums zwischen $H\beta$ und $H\gamma$ zusammengedrängt, gegen ultraviolett ist das Licht sehr schwach und fehlt gänzlich zwischen λ 380 und λ 390. Spuren von zwei Linien sind angedeutet, die eine fällt wahrscheinlich mit $H\delta$ zusammen, die andere liegt bei λ 370. Sie sind indessen so schwach, daß ihre Existenz nicht sicher ist.

Vergleicht man damit das Spektrum der Nova selbst, so zeigt sich eine große Ähnlichkeit mit demjenigen in den ersten Tagen nach dem Ausbruch. So zeigt das in Pulkowa[4] erhaltene Spektrum vom 29. Febr. 1901 seine größte Helligkeit ebenfalls zwischen $H\beta$ und $H\gamma$, wird gegen kleinere Wellenlängen hin schwach und erreicht bei $H\delta$ nochmals ein Maximum. Bei etwa λ 400 tritt wieder eine geringe Zunahme des Lichtes auf, zwischen λ 380 und λ 390 fehlt es auch hier ganz. Das Spektrum der Nova ist nicht weiter nach violett hin beobachtet, so daß hier ein Vergleich beider Spektren nicht möglich ist.

Das Spektrum des Nebels ist jedenfalls nicht identisch mit dem der Nova seit Juli 1901. Hier zeigen sich zwischen $H\beta$ und $H\gamma$ zwar auch noch helle Linien, und es wäre nicht unmöglich anzunehmen, daß die geringere Dispersion des Nebelspektrums diese Linien nicht zu trennen vermocht hätte. Aber die hellsten Teile des späteren Novaspektrums liegen bei λ 387 und λ 397, während das Spektrum des Nebels hier kein, oder nur äußerst schwaches Licht zeigt. Die bei $H\delta$ liegende Linie des Nebelspektrums fehlt andererseits im Spektrum der Nova.

Das Spektrum der Kondensation *D* ist auch kein gewöhnliches Nebelspektrum. Denn in einem solchen treten die Linien $H\beta$ und $H\gamma$ als scharf begrenzte helle Linien auf, während das Spektrum von *D* zwischen $H\beta$ und $H\gamma$ kontinuierlich ist.

Eine Aufnahme 1903 Febr. 17 der Nova mit demselben Spektrographen, mit dem auch die Kondensation *D* aufgenommen wurde, zeigte etwa dasselbe Spektrum, das die Nova schon im Herbst 1901 hatte. Die hellste Linie war hier λ 387, die mit der kaum angedeuteten Linie λ 370 im Spektrum von *D* nicht identisch sein kann.

Perrine kommt also zu dem Schluß, daß das Spektrum der Kondensation *D* kein gewöhnliches Gasnebelspektrum

[1] Astrophys. Journal XVI. 257.
[2] Astrophys. Journal XVI. 193.
[3] Astrophys. Journal XVII. 310.
[4] Publications de l'Observat. Central Nicolas Série II. Vol. XVII.

ist, nicht das Spektrum der Nova, seit letzteres in ein Nebelspektrum übergegangen ist, sondern daß die Kondensation D ungefähr dasselbe Licht ausstrahlt, das die Nova kurze Zeit nach ihrem Ausbruche besaß.

Diese Beobachtung könnte als eine wesentliche Stütze der Seeligerschen Theorie betrachtet werden, obgleich sie auch in anderer Weise gedeutet zu werden vermag.

Gegenseitige Lage der Nebel im Raum.

Außer den bereits genannten Einwänden, daß das reflektierte Licht zu schwach sei, und daß bei Reflexion Polarisation hätte beobachtet werden müssen, ist von Bell[1] noch ein dritter Einwurf gemacht worden, daß man nämlich mit der Reflexionstheorie das lange Verweilen von Nebelmassen nahe der Nova nicht erklären könne, und daß der mit m bezeichnete Nebel eine Helligkeit besitze, die nicht im Verhältnis zu derjenigen der äußeren Nebel stehe. Da beide Nebel aber nach der Reflexionstheorie sich in etwa derselben Entfernung von der Nova befinden müßten, so wäre für den Nebel m eine außerordentlich große Albedo verglichen mit derjenigen der äußeren Nebel anzunehmen.

Seeliger[2] weist demgegenüber darauf hin, daß die Kondensation m nahe der Verbindungslinie zwischen Sonne und Nova jenseits der letzteren liegt und bei der Konstanz der Lage auf eine breite bandartige Masse schließen läßt, die von der Nova ausgeht. Die Kondensation liegt also nahe dem Scheitel der paraboloidischen Schale und infolgedessen der Nova näher als die übrigen Nebel. Wenn z. B. für einen weiter außen liegenden Nebel $\vartheta = 120^\circ$ ist, so kann dieser bei sonst gleichen Verhältnissen und unter der Annahme, daß die Reflexion bei größer werdendem Phasenwinkel α_1 im Verhältnis $\frac{f(\alpha_1)}{f(\alpha)}$ kleiner wird, nur $\frac{1}{16} \cdot \frac{f(\alpha_1)}{f(\alpha)}$ der Helligkeit des Nebels m besitzen.

Es ist also dadurch erklärt, daß der Nebel m hat heller sein müssen, als die übrigen, von der Nova entfernter liegenden.

Daß aber der Nebel durch Monate hindurch diese große Helligkeit beibehalten hat, kann, worauf auch schon Bohlin[3] hingewiesen hat, durch die Reflexionstheorie nicht erklärt werden.

Der Nebel hätte in kurzer Zeit verlöschen müssen. Denn die weiter hinten liegenden Teile dieser großen Nebelmasse erscheinen nicht nur dem Beobachter auf der Erde in derselben Richtung wie die vorderen Teile, sondern auch von der Nova aus gesehen, werden sie zum größten Teil von näher gelegenen Partien des Nebels verdeckt. Da man aber, wenn die Reflexionstheorie überhaupt gelten kann, annehmen muß, daß die Nebel einen beträchtlichen Teil des empfangenen Lichtes reflektieren, so kann, von der kurz andauernden Strahlung der Nova nur sehr wenig zu den dahinter liegenden Nebeln gelangen. Bei der Lage der Nebel scheint also ein so lange andauerndes Aufleuchten in reflektiertem Licht ganz ausgeschlossen.

Es soll nun untersucht werden, ob auch bei den übrigen Nebeln derartige gegenseitige Verdeckungen vorkommen können, oder ob hier die für die Gültigkeit der Seeligerschen Theorie notwendigen günstigen Umstände überall bestehen. Zu diesem Zweck war es notwendig, eine genauere Vorstellung von der Lage der Nebel im Raume zu gewinnen. Es wurde hierzu angenommen, daß sich in der Umgebung der Nova ruhende Nebel befinden, die im reflektierten Licht der Nova leuchten.

Wäre die Parallaxe bekannt, so könnte man die Lage der Kondensationen im Raum streng berechnen. Führt man Polarkoordinaten ein mit der Nova als Anfangspunkt und betrachtet man als eine der Koordinaten den Positionswinkel an der Sphäre, so ist der Ort durch den Radiusvektor ϱ und den Winkel ϑ, den dieser mit dem Visionsradius nach der Erde bildet, festgelegt. Es gelten die genäherten Formeln:

$$6)\qquad \operatorname{tang}\frac{\vartheta}{2} = \frac{rr\sin\pi}{\sin\frac{\alpha}{2}\,(2 + rr\sin\pi)}$$

$$\varrho = \frac{rr}{2\sin^2\frac{\vartheta}{2}}.$$

Für die Parallaxe der Nova wurde nun der Wert $0\overset{''}{.}01$ angenommen und die Lage der einzelnen Kondensationen berechnet. Die hieraus gezogenen Schlüsse bleiben aber auch für andere von diesem nicht zu stark abweichende Werte der Parallaxe bestehen. Die folgenden Tabellen enthalten die Werte ϑ und ϱ, letztere in astronomischen Einheiten u. zw. für den größten Teil der auf den Heidelberger Aufnahmen gemessenen Punkte (Tabelle 3 und 4), sowie für einige der von Perrine gegebenen Positionen (Tabelle 5 und 6); für letztere ist auch der Positionswinkel an der Sphäre beigefügt (Tabelle 7).

Die berechneten Winkel ϑ sind:

[1] Astrophys. Journal XVI. 195.
[2] Astrophys. Journal XVI. 39.
[3] Astron. Nachr. 163. 3910.

Tabelle 3.

Kondensation	1901				1902		
	Aug. 23	Nov. 17	Dez. 5	Dez. 16	Febr. 3—4	März 5	März 12
a	77° 3'.7	87° 5'.3	90° 5'.8	90° 52'.8	93° 35'.7	98° 30'.8	98° 45'.2
a_1	80 33.4	—	—	—	—	—	—
a_2	83 2.2	91 42.7	96 56.6	93 53.2	95 52.0	101 11.2	—
a_3	72 47.1	83 31.7	85 1.2	87 10.1	89 40.3	94 58.8	95 27.6
a_4	—	—	—	—	96 4.6	100 58.6	—
b	83 59.9	92 59.5	96 10.3	99 35.5	101 34.6	104 50.7	104 33.2
b_1	84 39.0	—	95 39.8	100 6.7	105 20.3	—	109 54.9
b_2	—	—	—	103 35.5	—	112 29.3	—
c	87 41.1	97 50.2	97 59.1	—	—	—	—
c_1	—	—	103 27.2	—	—	—	—
d	90 53.9	93 46.4	—	106 23.2	—	—	—
e	—	104 17.0	—	—	—	—	—
f	—	—	—	—	88 43.8	—	—
n	—	—	—	—	129 22.8	132 21.7	—
x	80 5.5	98 7.0	—	—	104 8.5	—	—
y	108 3.8	108 3.4	—	—	—	—	—
z	—	92 13.2		101 9.8	100 26.4	—	—
z_1	—	83 41.7	—	—	96 4.6	99 19.5	101 35.6
m	—	147 26.5	149 48.7	146 45.3	—	—	162 32.8
m_1	—	—	—	—	152 18.7	151 26.9	—
m_2	—	—	—	—	163 42.1	163 36.1	—

Als ϱ, in astronomischen Einheiten, ergaben sich folgende Werte:

Tabelle 4.

Kondensation	1901				1902		
	Aug. 23	Nov. 17	Dez. 5	Dez. 16	Febr. 3 bis 4	März 5	März 12
a	40868	49118	49660	50869	56593	56917	57765
a_1	37943	—	—	—	—	—	—
a_2	36094	45271	44379	48371	54565	54725	—
a_3	45051	52376	54471	54333	60489	60122	60773
a_4	—	—	—	—	54384	54890	—
b	35421	44311	44914	44273	50090	52015	53189
b_1	34979	—	45275	43936	47561	—	49644
b_2	—	—	—	41821	—	47263	—
c	33052	41029	43676	—	—	—	—
c_1	—	—	40354	—	—	—	—
d	31228	43744	—	40284	—	—	—
e	—	37397	—	—	—	—	—
f	—	—	—	—	61505	—	—
n	—	—	—	—	36796	39038	—
x	32229	40855	—	—	48333	—	—
y	24211	35591	—	—	—	—	—
z	—	44884	—	43271	50915	—	—
z_1	—	52376	—	—	54384	50231	55418
m	—	25300	26080	28126	—	—	34062
m_1	—	—	—	—	31897	34786	—
m_2	—	—	—	—	30688	33349	—

Als dritte Koordinaten sind jedesmal die in Tabelle 1 gegebenen Positionswinkel an der Sphäre zu betrachten. Für Perrines Positionen sind die Werte von θ und ϱ:

Tabelle 5.

Kondensation	1901	1902		
	Dez. 8—11	Jan. 2—3	Jan. 10—11	Jan. 31 bis Febr. 2
E_1	64° 3'.6	66° 12'.2	66° 58'.7	69° 0'.9
E_2	—	—	70 26.2	—
F_1	57 31.1	62 51.7	62 34.4	62 30.4
F_2	56 35.3	60 1.2	60 22.7	64 48.5
F_3	58 58.1	61 54.4	62 8.0	64 18.8
F_4	55 35.2	58 41.1	59 21.4	62 55.4
F_5	—	60 17.0	60 35.2	63 30.3
F_6	—	—	—	72 17.8

Tabelle 6.

Kondensation	1901	1902		
	Dez. 8—11	Jan. 2—3	Jan. 10—11	Jan. 31 bis Febr. 2
E_1	89963	91817	91936	92886
E_2	—	—	84166	—
F_1	109313	100706	103790	110749
F_2	112628	109474	110699	103809

Kon-den-sation	1901	1902		
	Dez. 8—11	Jan. 2—3	Jan. 10—11	Jan. 31 bis Febr. 2
F_3	104460	103517	105115	105235
F_4	116388	114043	114170	109435
F_5	—	108609	110010	107644
F_6	—	..	—	85675

Als Positionswinkel an der Sphäre hat Perrine gegeben:

Tabelle 7.

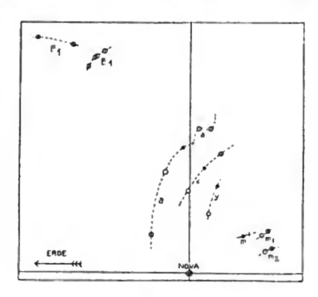
Kon-den-sation	1901	1902		
	Dez. 8—11	Jan. 2—3	Jan. 10—11	Jan. 31 bis Febr. 2
E_1	210°8	223°8	223°8	224°8
E_2	—	—	223.3	—
F_1	350.3	343.8	345.0	341.7
F_2	356.6	347.6	346.1	342.4
F_3	359.5	351.2	351.2	345.9
F_4	5.3	353.6	352.8	349.7
F_5	—	359.3	359.2	353.3
F_6	—	—	—	355.6

Schließlich wurden die Größen ϑ und ϱ auch für einige der Punkte von Perrines Aufnahme 1901 März 29 bestimmt. Sie sind mit den von Perrine gegebenen Werten von Distanz s und Positionswinkel p an der Sphäre zusammengestellt:

Tabelle 8.

p	s	ϑ	ϱ
25°0	83"	73° 51'8	8641
134.0	64	88 32.2	6403
215.7	45	108 24.4	4742
338.8	76	78 45.8	7750
89.6	140	48 2.2	18831
128.8	149	45 26.2	20915
211.1	101	63 24.5	11296
320.2	144	46 50.9	19742
6.5	310	22 45.4	80150
59.6	321	21 59.8	85714
171.5	160	42 36.2	23640

Es wurden nun zur besseren Übersicht einzelne dieser Größen ϱ und ϑ aufgetragen, nämlich für die Punkte a, x, y die verschiedenen m, E_1 und zwei der Punkte F_1. Die einzelnen Punkte sind wieder den Beobachtungstagen entsprechend bezeichnet (vergl. hierzu die beiliegende Tafel), nur wurde für alle von Perrine übernommene Positionen ein einheitliches Zeichen gewählt (Kreis mit senkrechtem Querstrich). Der Gruppe a wurde als erster Punkt derjenige der Aufnahme Perrines 1901 März 29 zugeordnet, der in demselben Positionswinkel liegt und der nach früheren Auseinandersetzungen die größte Wahrscheinlichkeit der Identität besitzt ($p = 128°8$, $s = 149"$).



Beim Betrachten der Figur ist darauf zu achten, daß die einzelnen Punkte ganz verschiedene Positionswinkel an der Sphäre haben, daß also die verschiedenen Punkte in verschiedenen Ebenen liegend gedacht werden müssen. Jedoch erhält man ein ungefähres Bild von dem Zug einzelner Nebelstreifen.

Wären nun die die Nova umgebenden Nebel an der Sphäre in geschlossenen Ringen angeordnet gewesen, so könnte man die Figur als einen durch die Umgebung der Nova dem Visionsradius entlang ausgeführten Querschnitt auffassen; alsdann würden die Nebel, die der Nova näher liegen, das von dieser ausgehende Licht schon reflektieren und nur wenig Licht zu den äußeren Nebeln gelangen lassen.

Nun sind aber die Nebelringe teilweise unterbrochen und weichen zum Teil beträchtlich von der Kreisform ab. Man muß also im einzelnen, von Stelle zu Stelle die gegenseitige Lage im Raum prüfen. Hierbei findet man nun das Resultat, daß in weiter außen liegenden Nebeln hellere Kondensationen gerade da auftreten, wo sich in inneren Ringen Lücken oder nur schwache Nebelpartien finden. So z. B. taucht im Norden der Nova die Nebelgruppe F gerade da auf, wo von allem Anfang an die innere Nebelhülle der Nova äußerst schwach war. Die im SW der

Nova entstehenden Nebel E erlangen ihre größte Helligkeit (Ritcheys p 1902 Febr. 8) in demselben Positionswinkel, in welchem bei der inneren Ellipse eine Lücke (zwischen Ritcheys c und d 1901 Sept. 20) zu finden ist. Ferner finden sich im Positionswinkel 110°, in dem etwa der Nebel x sich bewegt, am Rande der inneren Ellipse gar keine oder nur sehr schwache Nebel. Ebenso fällt in den Positionswinkel von 135°, wo auf Ritcheys Aufnahme 1901 Sept. 20 in derselben Entfernung wie x (also auch mit denselben ϱ und ϑ) eine ziemlich helle Kondensation liegt, auf späteren Aufnahmen gerade der schwächste westliche Teil der Gruppe a. In allen diesen Fällen hat also das Licht ganz oder doch beinahe ungehindert zu den äußeren Nebeln gelangen können.

Wohl lassen sich auch schwächere Nebelpartien finden, die anderen weiter außen liegenden Nebeln vorgelagert sind. So befindet sich der im Norden der Nova in derselben Entfernung wie x liegende Bogen zwischen der Nova und den Nebeln an der Grenze der inneren Ellipse. Diese wiederum sind zum Teil den schwächeren, im S bis SW der äußeren Ellipse liegenden Nebeln vorgelagert. In allen diesen Fällen sind aber die in Betracht kommenden Nebel so schwach, daß eine wiederholte Reflexion durch hintereinander liegende Nebelschichten denkbar ist.

Die aufgefundene Verteilung der Nebel im Raum spricht also wesentlich zugunsten der Seeligerschen Theorie.

Die Hypothesen von Bell und Nordmann.

Die Schwierigkeit, die durch das Fehlen von polarisiertem Licht entsteht, kann vermieden werden, dadurch, daß man die Seeligersche Hypothese modifiziert. Dies ist von Bell und Nordmann geschehen.

Bell[1], nach dessen Ausführungen das reflektierte Licht nicht hinreicht, um uns die Nebel sichtbar zu machen, versucht das Aufleuchten auf die Wirkung elektrischer Wellen zurückzuführen. Er weist darauf hin, daß so geringe Störungen der Sonne, wie es Sonnenflecken gegenüber der ganzen Masse der Sonne sind, schon hinreichen, um in der Erdatmosphäre lebhafte Lichterscheinungen hervorzubringen, obwohl die hier in Betracht kommenden Gasschichten von geringer Dicke sind. Um so mehr muß eine Störung, wie sie bei der Bildung eines neuen Sternes eintritt, in großen kosmischen Staubmassen Lichterscheinungen hervorbringen können. Bell berechnet für ein von ihm gewähltes Beispiel eine Flächenhelligkeit 50 mal so groß als diejenige, die reflektiertes Licht hervorbringen könnte. Das von den Nebeln ausgehende Licht wird unpolarisiert sein, müßte aber ein Gasspektrum ergeben. Bell vermutet auch, daß die Novanebel das Spektrum der Nova selbst beeinflußt haben. Nach den Aufnahmen Perrines ist aber das Spektrum der Kondensationen zu schwach, um neben demjenigen der Nova bemerkbar zu sein.

Das lange Verweilen eines Nebels nahe der Nova erklärt schließlich Bell durch die Annahme, daß einzelne Massen in hyperbolischen Bahnen sich nahe der Nova durch den dort vorhandenen Nebel bewegen und ähnlich wie die Nova selbst zum Aufleuchten kommen.[2] Werden einzelne dieser Bahnen elliptisch infolge des Widerstandes in den vorhandenen Nebelmassen, so muß ein um die Nova kreisender Schwarm entstehen, der die Ursache der Lichtschwankungen der Nova bilden könnte.

Nordmann[3] nimmt ebenfalls eine den Nordlichtern ähnliche, durch elektrische Störungen in der Umgebung der Nova hervorgerufene Lichterscheinung an. Das Aufleuchten war um so stärker, je näher die Nebel der Nova lagen und je mehr der Druck, unter dem diese standen, dem kritischen, der Maximalleuchtkraft entsprechenden Druck nahe war. Solche unter kritischem Druck stehende Nebelmassen erscheinen dann als hell leuchtende Nebelknoten.

Nordmann hebt noch hervor, daß diese Theorie (was ähnlich auch für diejenige Seeligers gilt) das starke Aufleuchten einzelner Nebel der äußeren Ellipse zu erklären vermag. Ein Teil der elektrischen Wellen ist erst sehr spät auf solche unter kritischem Druck stehende Gasmassen getroffen, es mußten also in großer Entfernung von der Nova neue und hell leuchtende Nebel zum Vorschein kommen.

Verschiedene Entfernung der Novanebel.

Gegen alle diese Theorien spricht aber ein wichtiger Punkt. Es befinden sich sowohl auf der Aufnahme 1901 März 29 als auch auf den späteren Aufnahmen Nebelmassen in drei wesentlich voneinander verschiedenen Entfernungen mit stark voneinander abweichendem Verhalten. Diese Tatsache wird bei der Seeligerschen Theorie und den genannten Modifikationen auf eine zufällige Verteilung der Nebel in der Umgebung der Nova zurückgeführt; sie wird aber von Perrine und Very, und das wohl mit Recht, als eine für das Phänomen wesentliche Erscheinung betrachtet.

Elektrische Abstoßung von Materie.

Dem sucht Very in seiner Theorie gerecht zu werden.

[1] Astrophys. Journal XVI. 40.

[2] Vgl. die Hypothese Lockyers.

[3] Annales de l'Observatoire de Nice. Tome IX. 147.

Schon in einer ersten Arbeit[1], worin er die Unmöglichkeit der Annahme von Gasausbrüchen für die Bildung der Novanebel darlegt, weist er auf eine Erklärung hin, wonach unter der Wirkung elektrischer Abstoßung oder des Lichtdrucks stehende Atome, zu leuchtenden Nebelmassen vereinigt, sich von der Nova entfernen. Man hätte es also bei den Novanebeln mit einer den Kometenschweifen ähnlichen Erscheinung zu tun.

Auch Newcomb und Wilsing halten diese Erklärung für wahrscheinlich.

Wilsing[2], der zeigt, daß die für das Novaspektrum charakteristischen Doppellinien nicht durch die Nebelhüllen verursacht sein können, aber vermutet, daß diese wohl in Einzelheiten der Struktur der Bänder sich bemerkbar zu machen vermöchten, diskutiert die Frage, ob so große Geschwindigkeiten, wie sie bei den Novanebeln vorkommen, für die Bewegung von Materie anzunehmen ist.

Wilsing verlegt die Entstehung der enormen Geschwindigkeiten erst in größere Entfernung von der Nova »an Stellen, in welchen die Materie infolge von Expansion nur noch eine sehr geringe Dichtigkeit besitzt. Dort treten repulsive Kräfte in Tätigkeit, wie solche der Sonne beigelegt werden müssen, um die Schweifbildung der Kometen zu erklären.« Indem Wilsing darauf hinweist, daß die Repulsivkräfte wahrscheinlich elektrischer Natur seien, untersucht er, welche Repulsivkraft resp. welche Dichtigkeit der freien Elektrizität an der Oberfläche der Nova verglichen mit derjenigen der Sonne anzunehmen wäre, um den Nebeln die beobachtete Geschwindigkeit zu erteilen.

Die Berechnung ergibt bei der Sonne für Materie, die unmittelbar von der Oberfläche aufsteigt, in 58 Tagen einen Weg von 63 Erdbahnhalbmessern, was bei einer Parallaxe von 0"1 einem Wege von 6'3 entspräche. Nach den Angaben Newtons war für die Schweifmaterie des Kometen von 1680 der Weg in 2 Tagen 3 Erdbahnhalbmesser oder bei einer Parallaxe von 0"1 in 58 Tagen 8'7. Nun stehen aber diese Werte beträchtlich hinter den bei der Nova beobachteten Geschwindigkeiten zurück. Zeigt doch der Bogen im *NE* (Aufnahme 1901 März 29) eine tägliche Geschwindigkeit von 8"8 bei einer Parallaxe von vielleicht 0"01.

Wilsing berechnet nun aber die elektrische Dichtigkeit der Nova selbst (wobei er für sie Größe und Masse der Sonne beibehält) und kommt dabei zu durchaus annehmbaren Werten. Mit Hilfe der von Zöllner aufgestellten Formeln ergibt sich für eine Geschwindigkeit von 65' in 58 Tagen bei einer Parallaxe von 0"1, die ursprünglich als Maximalgeschwindigkeit angesehen wurde, eine elektrische Dichtigkeit, die nur 13mal größer ist als diejenige, die auf der Sonne anzunehmen war, um die Geschwindigkeit im Nebenschweif des Donatischen Kometen zu erklären. Unter der Annahme, daß die Novanebel aus Wasserstoff bestehen, kommt man hiernach zu einer Dichtigkeit von 0.4, während die Dichtigkeit an der Oberfläche einer geriebenen Siegellackstange nach Zöllner 64 ist.

Nun waren aber die Geschwindigkeiten größer, als die der Rechnung zugrunde gelegten. Man wird jedoch auch unter der Annahme bewegter Materie an einer Maximalgeschwindigkeit gleich derjenigen des Lichtes festhalten, und hierzu ist nach Wilsing für Wasserstoff eine elektrische Dichtigkeit von etwa 7 nötig. Für die wahrscheinlich noch leichtere »Nebelsubstanz« wäre also eine Dichtigkeit von kaum $\frac{1}{10}$ derjenigen einer geriebenen Siegellackstange erforderlich.

So bereiten die beobachteten Geschwindigkeiten der Novanebel bei der Annahme bewegter Materie keine Schwierigkeiten. Zu weiteren Hypothesen jedoch zwingt die Kompliziertheit der Erscheinung. Die Materie befindet sich in wesentlich verschiedenen Entfernungen von der Nova. In großer Entfernung und nach längerer Zeit kommen neue Nebel zum Vorschein. Die Bewegung ist nicht radial; die Geschwindigkeit ist unregelmäßig.

Die Theorie von Very.

Very[3] versucht nun die Theorie so zu erweitern, daß sie diesen Erscheinungen Genüge leisten kann. Seine Theorie ist mit der magnetischen Theorie der Sonnenkorona verwandt, worin die krummlinige Strahlung auf die Wirkung der von der Sonne ausgehenden magnetischen Kraftlinien zurückgeführt wird.

Very nimmt an, von der Nova gehen diamagnetische Jonen aus, die unter der Einwirkung elektromagnetischer Repulsion stehen, und die sich den magnetischen Kraftlinien entlang bewegen. Sie strömen zu Stellen mit geringerem Potential und Very vergleicht einen solchen Strom von Jonen mit einem Lichtbündel, das von einem parabolischen Spiegel ausgeht. Wie dort bleiben die Strahlen auf einen engen Raum vereinigt, und so können die Lichtknoten sich lange Zeit fortbewegen, ehe sie für die Beobachtung zu schwach werden.

Wenn wir es mit einer magnetischen Erscheinung zu tun haben, so muß in einiger Entfernung von der Nova eine starke tangentiale Komponente auftreten. Die beobachteten Bahnen zeigen, wie Very bemerkt, ganz

[1] Astron. Nachr. 158. 3771.
[2] Astron. Nachr. 157. 3705.

[3] The American Journal of Science. 4. Series. Vol. 16. 54.

auffallende Ähnlichkeit mit der Projektion eines Systems von Kraftlinien, wie es durch Eisenfeilspäne oder Wismutpulver sichtbar gemacht werden kann.

Die beobachtete Lichtentwicklung kann nun auf zweierlei Weise zustande kommen; entweder ist schon ruhende dunkle Materie vorhanden, die durch den Anprall der Jonen zum Leuchten gebracht wird (also eine weitere Modifikation der Reflexionstheorie); oder die Jonen sind selbstleuchtend.

Im ersteren Fall wird man das Aufleuchten von weit außen gelegenen Kondensationen dadurch erklären, daß man dort für die Erscheinung besonders günstige Bedingungen bietende Nebelmassen annimmt.

Für den zweiten Fall gibt Very folgende Erklärung. Aus der Lage der von den Kondensationen gebildeten Ellipsen ist zu schließen, daß der magnetische Südpol der Nova gegen uns gerichtet ist und die Axe mit dem Visionsradius einen Winkel von etwa 40° bildet.

Betrachtet man nun eine in einer Ebene durch den Visionsradius liegende Kraftlinie, die im vorliegenden Fall eine Art Lemniskate ist, so werden Teilchen, die vom Südpol ausgegangen sind und sich auf dem einen Zweig der Kraftlinie bewegen, auf uns zukommen und deshalb sehr hell erscheinen, sowie ihre Position wenig verändern. Die auf dem anderen Zweig der Lemniskate vom Südpol ausgehenden Teilchen bewegen sich anfangs senkrecht zum Visionsradius, wenden sich aber dann immer mehr von uns weg; hat nun schließlich die Komponente in der Richtung des Visionsradius einen genügend großen Wert erreicht, so werden bei der hohen Geschwindigkeit der Novanebel die Wellenlängen des von den Jonen ausgesandten Lichtes so vergrößert werden, daß die Nebel nicht mehr auf die photographische Platte zu wirken vermögen. Umgekehrt werden Teilchen, die vom Nordpol ausgehen und die sich zuerst von uns wegbewegt haben, allmählich sich uns wieder nähern, wodurch die Wellenlängen ihres Lichtes verkürzt werden. Infolgedessen müssen weit außerhalb der Nova plötzlich neue Nebelmassen sichtbar werden, die, wenn die Bewegung im Visionsradius groß ist, zu beträchtlicher Helligkeit anwachsen können. Hierdurch wird also einmal das lange Verweilen heller Nebelmassen nahe der Nova erklärt, dann das Schwächerwerden der von der Nova entfernter liegenden Nebel, schließlich das Auftauchen neuer Kondensationen, die aber in etwa derselben Entfernung erscheinen müßten, in der die anderen Nebel verschwunden sind. Auch müßten die Erscheinungen nacheinander und nicht nebeneinander auftreten.

Nun weist Very weiter darauf hin, daß die Aufnahme 1901 März 21 zwei Nebelringe zeigt, deren Entfernungen sich wie 1 : 2 verhalten, und einen Bogen im *NE*, vielleicht der Überrest eines dritten Ringes, in doppelt so großer Entfernung wie den zweiten. Er schließt hieraus auf Geschwindigkeiten im Verhältnis 1 : 2 : 4 und knüpft daran die Bemerkung, daß man es mit dreierlei Jonen zu tun haben könnte, deren Massen sich wie 4 : 2 : 1 verhalten, also gewissermaßen mit der Urmaterie, durch deren verschiedenartige Zusammensetzung die Atome entständen. Will man das nicht annehmen, so kann man auch, da die Atomgewichte von Wasserstoff und Helium sich wie 1 : 4 verhalten, den äußersten Bogen als aus Wasserstoff bestehend betrachten, den inneren Ring aus Helium, den äußeren aus einer unbekannten Substanz mit dem Atomgewicht 2. Von spektroskopischen Beobachtungen erwartet Very hierüber eine Entscheidung.

Das Spektrum der Kondensation *D* deutet Very dementsprechend als Linienspektrum, bei dem infolge der außerordentlichen Bewegung im Visionsradius die einzelnen Linien ineinander verflossen sind.

Schließlich findet Very bei einer Prüfung der Geschwindigkeiten der Nebelmassen, daß seit dem hundertsten Tag nach dem Ausbruch der Nova eine immer größer werdende Verzögerung eingetreten ist, während vorher für die beiden Ringe der Aufnahme 1901 März 29 eine Beschleunigung stattgefunden hat. Diese Bewegung würde mit der Annahme gut übereinstimmen, daß die ausströmenden Massen zugleich unter dem Einfluß der Schwerkraft und der magnetischen Repulsion sich befinden.

Einwände gegen die Theorie Verys.

Ganz abgesehen jedoch davon, daß, wie Very hervorhebt, es Schwierigkeiten macht, sich die Ablenkung von der radialen Bewegung durch ein so schwaches Magnetfeld, wie es in großen Entfernungen von der Nova vorhanden sein muß, zu erklären, stößt man auch auf Widersprüche zwischen den Beobachtungen und der dargestellten Theorie.

Die Bahnen der Novanebel zeigen zwar einige Ähnlichkeit mit magnetischen Kraftlinien, insbesondere wurde früher schon hervorgehoben, daß während die Positionswinkel im allgemeinen kleiner werden, diese für den westlichen Teil von m, für das im *SW* liegende E_1, sowie das im *W* liegende G zweifellos wachsen. Aber die Bahnen führen, wenn man sie nach rückwärts verlängert, nicht auf die Nova zurück. So z. B. bewegt sich die Kondensation a_3 in einer Geraden, die mit dem durch die Nova gelegten Parallelkreis einen Winkel von 106° bildet[1] und die weit an der Nova vorbeiführt wenn man sie nach rückwärts verlängert. Die Bahnen der Novanebel können demnach nicht als Kraftlinien gedeutet werden. Ebensowenig kann man aus der

[1] Perrine findet für seinen Nebel A_2 einen solchen Winkel von 107°5. Astrophys. Journal XVI. 255.

späteren Gestalt des der Nova naheliegenden Nebels *m*, der ungefähr die Form der Strahlen der Korona hat, wie sie bei Finsternissen an den Polen der Sonne zu beobachten sind, auf eine der Sonnenkorona verwandte Erscheinung schließen.

Bemerkt sei hier noch, daß ein Zeemaneffekt im Spektrum der Nova nicht nachgewiesen werden konnte.[1]

Ferner macht Very, um die Nebel der beiden Ellipsen und deren verschiedenes Verhalten zu erklären, die Annahme, daß sich Materie in zwei verschiedenen von Kraftlinien gebildeten Schalen bewegt und das Verlöschen der einen Nebel von Bewegungen im Visionsradius von uns weg, das Auftauchen der anderen von Bewegungen auf uns zu herrührt. Solche Nebelmassen könnten keine oder nur sehr geringe radiale Bewegung zeigen. Nun zeigt aber der Nebel *a* bis Juli 1902 noch eine recht lebhafte Bewegung. Ebenso sind die Ortsveränderungen der Nebel der äußeren Ellipse zu groß, um durch Unsicherheiten in der Position hervorgerufen zu sein.

Aus dem Verhältnis der scheinbaren Entfernungen der Nebelmassen auf der Aufnahme 1901 März 29 schließt Very auf dreierlei Geschwindigkeiten im Verhältnis 1 : 2 : 4 und auf dreierlei Jonen, deren Massen sich wie 4 : 2 : 1 verhalten. Nun hat schon Luyties darauf hingewiesen, daß infolge des Distorsionsphänomens diese Verhältnisse denen der wirklichen Entfernungen nicht entsprechen. Das Verhältnis vom inneren zum äußeren Ring wird zwar nur wenig verändert, für den Bogen im *NE* erhält es aber einen vollkommen anderen Wert. Dadurch allein schon werden die von Very gezogenen Schlüsse über den Aufbau der Materie hinfällig.

Die scheinbaren Geschwindigkeiten der beiden Nebelringe entsprechen nicht den von Very gegebenen Werten. Es wurde früher bereits gezeigt, daß eine Beschleunigung im Anfang der Bewegung nicht wahrzunehmen ist und nur bei den Nebeln der äußeren Ellipse ist eine einigermaßen regelmäßige Verzögerung zu beobachten. Der Nebel *m* steht nach einer kurzen Bewegung lange Zeit still und zeigt erst im späteren Stadium eine lebhafte Zunahme der Geschwindigkeit. Da nun noch infolge der Distorsion die Bewegungen vollständig verzerrt erscheinen, so ist die von Very ausgesprochene Vermutung, daß die Teilchen unter dem Einfluß der Gravitation und der magnetischen Abstoßung stünden, durchaus unbegründet.

Die Hypothese von Arrhenius.

Arrhenius[2] sucht die Bewegung der Novanebel durch den Strahlungsdruck der Nova zu erklären. »Die Strahlung der Nova muß bei ihrer Maximalhelligkeit so groß gewesen sein, daß die weggestoßenen Partikelchen beinahe alle Geschwindigkeiten unter derjenigen des Lichtes erreichen konnten. Wie die Kometen mit zwei verschieden gekrümmten Schweifen, wären hier zwei Geschwindigkeiten, die hauptsächlich (aber nicht ausschließlich) vorkommenden und diesen entsprächen die beiden Ringe.« Die stillstehenden Teile wären dagegen feststehende Nebel, die nacheinander von Partikelchen verschiedener Geschwindigkeit erreicht werden. »Vielleicht werden auch Nebelteile durch den Stoß der Partikelchen etwas verschoben. Die Zunahme des Lichtes des äußeren Ringes scheint anzudeuten, daß der im Himmelsraum fein verteilte Nebelstoff von den kleinen Partikelchen sozusagen zusammengekehrt wird, so daß die Dichte des fortgetriebenen äußeren Nebels immer zunimmt. Die Abnahme der Lichtstärke des inneren Ringes ist wohl ganz einfach als die Folge der zunehmenden Ausbreitung anzusehen.«

Diese Theorie gibt aber weder für die tangentiale Komponente noch für die beobachteten Unregelmäßigkeiten der Bewegung eine Erklärung, vielmehr hätte man für unter der Wirkung des Strahlungsdruckes stehende Partikelchen eine gleichmäßig zunehmende Geschwindigkeit erwarten sollen, die wenigstens bei den inneren Nebeln durch die Distorsion nicht hätte verdeckt werden können.

Mögliche Geschwindigkeit der Nebel der inneren Ellipse.

Im Anschluß an diese Theorien muß noch die Frage erörtert werden, ob eine kleinere Geschwindigkeit als die des Lichtes bei den Novanebeln überhaupt möglich war.

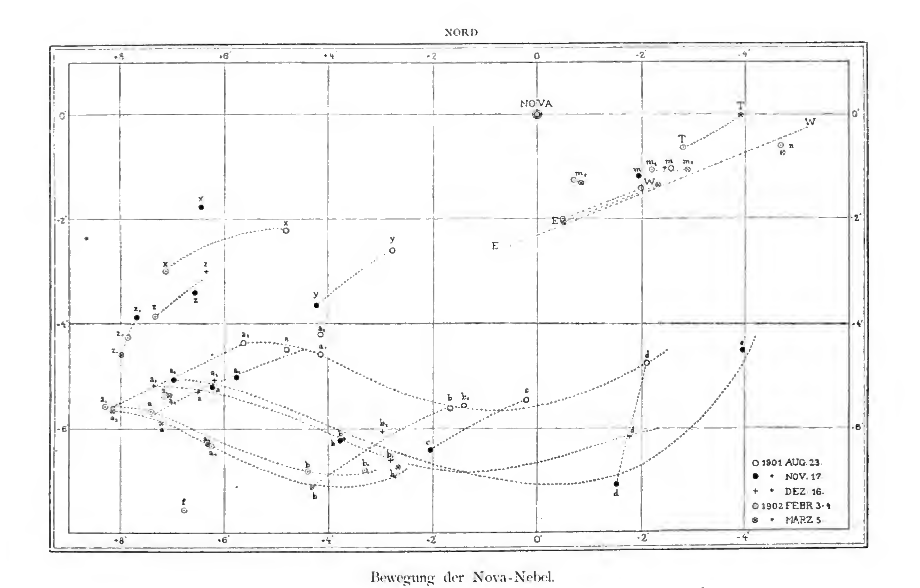
Luyties[3] hat gezeigt, daß, wenn das Leuchten der Nebel als sekundäre Erscheinung aufgefaßt wird und die primäre Strahlung kleinere Geschwindigkeit hat als die von den Nebeln ausgehende, dann das Distorsionsverhältnis konstant ist und folgert hieraus, daß, wenn die primäre Strahlung sich mit geringerer Geschwindigkeit als der des Lichtes von der Nova entfernt, die scheinbare Geschwindigkeit des Nebels eine gleichförmige sein müßte. Tritt in der scheinbaren Bewegung eine zunehmende Verzögerung ein, so muß die primäre Strahlung mindestens eine Geschwindigkeit gleich derjenigen des Lichtes haben. Bei den Nebeln der äußeren Ellipse ist deshalb Lichtgeschwindigkeit für die primäre Strahlung wahrscheinlich.

Für den Fall, daß die primäre Strahlung kleinere Geschwindigkeit als die des Lichtes hat, wird die scheinbare Bewegung nur dann gleichmäßig sein können, wenn die Voraussetzungen Luyties' erfüllt sind, wenn nämlich

[1] Lick Bulletin No. 8. 50.

[2] Arrhenius, Lehrbuch der kosmischen Physik II. 925.

[3] Astrophys. Journal XIX. 135.



Bewegung der Nova-Nebel.

die primäre Strahlung sich **radial und gleichförmig** nach allen Seiten ausbreitet. Nun können aber eigentümliche Lagerungen der in der Umgebung der Nova sich befindenden Nebel oder auch Unregelmäßigkeiten in der Bewegung der primären Strahlung selbst die scheinbare Bewegung beeinflussen. Zudem ist die scheinbare Fortbewegung der Nebel der inneren Ellipse, wenigstens von August 1901 ab, von kleineren Schwankungen abgesehen, im wesentlichen eine gleichförmige; die Gruppe *[a]* zeigt dies besonders deutlich. Jedenfalls kann man aus der beobachteten Bewegung der Nebel der inneren Ellipse noch nicht auf die Unmöglichkeit einer kleinen Geschwindigkeit als der des Lichtes schließen. Für den Nebel *m* schließlich ist man unter Annahme von Lichtgeschwindigkeit gezwungen, die Bewegung als eine nahezu im Visionsradius vor sich gehende anzusehen.

Seeliger[1] weist noch für den Fall einer kleineren Geschwindigkeit auf folgenden Punkt hin. Für $v_1 < v$ geht die Gleichung (2) in diejenige einer Ellipse über und hat die von der Nova ausgehende Strahlung wieder $\Delta\tau$ Tage angedauert, so liegen alle zur Zeit τ sichtbaren Teilchen zwischen den Rotationsellipsoiden mit den Parametern $v_1\tau$ und $v_1(\tau - \Delta\tau)$. War die Strahlung nach allen Richtungen gleichstark und die Struktur der Nebel homogen, so mußten die leuchtenden Nebel als vollkommen kreisförmige Scheibe um die Nova als Zentrum erscheinen. Diese Scheibe ist nicht gleichmäßig hell; die Helligkeit wird von der Mitte aus zuerst etwas abnehmen, aber der Rand wird verhältnismäßig hell sein, da hier, wie dies Seeliger noch weiter ausgeführt hat, die leuchtende Schicht die weitaus größte Dicke hat. Unter gewissen Umständen kann diese Helligkeit so auffallend sein, daß die schwächer leuchtenden diffusen Nebelmassen um die Nova von einem hellen kreisförmigen Ring umgeben erscheinen, dessen Mittelpunkt in der Nova liegt und der sich proportional der Zeit ausdehnt. Wenn die leuchtenden Teilchen nicht bis zur Grenze des Ellipsoids reichen, so verschwindet der Ring und es bleibt nur die kreisförmige mit diffus leuchtenden Massen erfüllte Scheibe.

Dies könnte für eine im wesentlichen zutreffende Beschreibung der Erscheinung um die Nova angesehen werden, wenn die Nebel statt in Ellipsen in Kreisen angeordnet wären und die Nova in der Mitte derselben sich befände. War aber nun die Strahlung von der Nova aus nicht gleichmäßig nach allen Seiten, sowie die Bedingungen für die Sichtbarkeit der Kondensationen an verschiedenen Stellen ungleich, und erfolgte die Bewegung außerdem in verschiedenen Richtungen mit verschiedener Geschwindigkeit, so steht der Annahme kleinerer Geschwindigkeiten als derjenigen des Lichtes für die Nebel der inneren Ellipse nichts im Wege; vielmehr spricht gerade die rasche Zunahme der Helligkeit am südlichen Rand der inneren Ellipse für eine derartige Geschwindigkeit bei diesen Nebeln.

[1] Astrophys. Journal XX. 111.

Schlußbemerkung.

Sieht man von dem Nebel *m* ab, dessen Existenz als selbstleuchtende Materie kaum einem Zweifel unterliegt, so vermag die Seeligersche Theorie in ziemlich einwandsfreier Weise die übrigen Erscheinungen zu erklären.

Wollte man trotzdem für die ganze Erscheinung eine einheitliche Erklärung geben, wozu eine gewisse Berechtigung nicht abzuleugnen ist, dann müßte man die Erscheinung durch die Bewegung von Massenteilchen deuten, die sich mit verschiedener Geschwindigkeit, deren größte von der des Lichtes nicht allzustark abweichen kann, von der Nova entfernen und zum Teil in bereits vorhandenen, unregelmäßig um die Nova gelagerten Nebelmassen sich weiterbewegen, wobei die Teilchen selbstleuchtend sind, außerdem aber in den ruhenden Nebeln Lichterscheinungen hervorrufen. Die der Nova naheliegenden Massen besitzen anfangs nur geringe Bewegung und fangen erst später an, sich am Rande lebhaft auszubreiten. Dabei können die Teilchen unter einem von der Nova ausgehenden Strahlungsdruck stehen, der jedoch durch den Widerstand in den Nebeln mehr oder weniger aufgehoben wird und nur zuweilen in der an einzelnen Nebeln beobachteten Beschleunigung sich äußert.

Es läge nahe, bei den Novanebeln an Vorgänge zu denken, die der Strahlung des Radiums verwandt sind. Hingewiesen sei hierbei noch auf eine Bemerkung Hartmanns[2], der bei seiner ersten Untersuchung des Spektrums des Emaniumlichtes die Vermutung ausspricht, daß möglicherweise eine Beziehung dieses Spektrums zum Spektrum der neuen Sterne bestehen könnte. Sowohl nach der Form der Hauptlinie des Emaniums als auch nach den gefundenen Wellenlängen zu schließen, kann eine solche Beziehung vorhanden sein.

Jedes Übertragen jedoch von selbst noch vollkommen rätselhaften Erscheinungen der Physik auf kosmische Verhältnisse und damit jedes Eingehen in Einzelheiten kann nur zu Vermutungen von mehr als fraglicher Natur führen.

Königstuhl, Mai 1906. **A. Kopff.**

[2] Physikal. Zeitschrift V. 571.

PUBLIKATIONEN
DES
ASTROPHYSIKALISCHEN INSTITUTS
KÖNIGSTUHL-HEIDELBERG

BAND II. No. 10.

Photographische Helligkeiten und mittlere Örter von 251 Sternen der Plejaden-Gruppe.

Allgemeines.

Methoden der photographischen Photometrie.

Zur Messung photographischer Sternhelligkeiten bieten sich zwei verschiedene Wege dar. Die älteste Methode ist diejenige der Helligkeitsbestimmung aus den Durchmessern der im Fokus eines photographischen Refraktors aufgenommenen Sternbilder, die schon von Bond zur Verwertung vorgeschlagen wurde. Zu fester Begründung gelangte sie jedoch erst durch Charlier[1]. Die andere Methode, nach welcher die Helligkeit aus dem Schwärzungsgrade extrafokaler Aufnahmen abgeleitet wird, und mit der zuerst Miethe[2] Versuche ausgeführt hat, gelangte durch die Untersuchungen Schwarzschilds[3] zu Ehren. Sonstige Verfahren, wie die Größenbestimmung aus der Strichbreite oder Schwärzung der Spuren von Sternen, die sich relativ zur Platte bewegen, sind wohl praktisch nie zur Verwendung gelangt. Die Bestimmung aus der Transparenz extrafokaler Scheibchen ist, trotz der großen Genauigkeit, die diese Methode verbürgt, in vielen Fällen unbrauchbar. Handelt es sich nämlich um Größenmessungen schwacher Sterne, so wächst die Belichtungsdauer über die praktisch mögliche Grenze. Ferner werden sich in dichtgedrängten Sternhaufen, bei der hierzu günstigsten Wahl des Fokusabstands die Scheibchen zu sehr überdecken. Die Methode leidet aber außerdem noch unter dem Übelstand, daß die Schwärzung der Bilder bei gleicher Lichtintensität der Sterne nach dem Rande des Gesichtsfelds schnell abnimmt. Auch die Bestimmung der Transparenz bietet (namentlich bei der Messung mit dem Schnittphotometer) Schwierigkeiten wegen der Schwärzungsringe in den Scheiben. Den letzteren Nachteil vermeidet man neuerdings erfolgreich durch Verwendung der Schraffierkassette.[1] Die Versuche mit diesem Apparat sind noch im Gang. Der größte Mangel, der allen photometrischen Bestimmungen aus dem Schwärzungsgrade anhaftet, und der sich auch nicht durch die Verwendung der Schraffierkassette beseitigen läßt, ist der, daß man auf verhältnismäßig helle Sterne beschränkt ist, wollte man nicht die Belichtungszeit außerordentlich vergrößern. Für solche Fälle bleibt nur die Durchmessermethode, deren weniger günstige Resultate bisher meistens in der schlechten Definition der Sternscheiben ihren Grund haben. Sie bietet aber den Vorteil, daß sie allgemein auf alle Negative anwendbar ist, sofern die Aufnahmen nicht durch schlechtes Fokusieren oder Pointieren mißglückt sind. Das Auge wird ferner nicht zur Messung von Intensitätsunterschieden benutzt: die Helligkeitsbestimmungen sind bei gehöriger Vervollkommnung der Methode auf einfache Längenmessungen zurückgeführt, ähnlich wie eine Farbe

[1] C. V. L. Charlier, Über die Anwendung der Sternphotographie zur Helligkeitsmessung der Sterne. Publ. d. A.G. XIX.

[2] Zur Aktinometrie astronomisch-photographischer Fixsternaufnahmen. Göttingen 1889.

[3] K. Schwarzschild, Beiträge zur photographischen Photometrie der Gestirne.

[1] Br. Meyermann u. K. Schwarzschild, Über die Schraffierkassette zur Aktinometrie der Sterne. Astr. Nr. 4074.

in einem Lichtstrahl durch eine Längenmessung bestimmt werden kann. Dieser Vorzug der Umwandlung von Intensitätsunterschieden in Längendifferenzen kann nicht genug eingeschätzt werden. Vorläufig scheint die Unvollkommenheit, welche dieser Methode noch anhaftet, nicht an physiologischen Mängeln unseres Auges zu liegen, da die Genauigkeit in der Abmessung einer Distanz außerordentlich weit getrieben werden kann. Vielmehr ist der geringere Erfolg bisher, wie gesagt, nur durch die weniger scharfe Definition der Sternscheiben verschuldet. Der Grund hierfür liegt in der Unvollkommenheit des optischen Apparats, dessen Verbesserung aber stetig fortschreitet. Unter den von mir untersuchten Platten waren solche, auf denen die Schärfe der Scheibenränder kaum noch etwas zu wünschen übrig ließ. Es zeigte sich ferner, daß die Einstellung des Fadens auf den Rand immer noch mit einer kleinen Ungenauigkeit verknüpft war. Es treten dieselben Erscheinungen auf, wie bei der Durchmesserbestimmung einer Planetenscheibe am Refraktor mit Hilfe eines Fadenmikrometers. Vielleicht würde, auch in unserem Falle, die Anwendung eines Doppelbildmikrometers die Genauigkeit wesentlich erhöhen.

Die Messung der Scheibendurchmesser.

Bei der Bestimmung der Sterndurchmesser auf der Platte ist zunächst die Frage von Wichtigkeit, was man als Rand des Bildes anzusehen hat. Es sind verschiedene Möglichkeiten vorhanden. Man könnte die Stelle der Platte wählen, an der die Schwärzung, welche der Stern verursacht hat, gerade noch wahrnehmbar ist. Der Übergang vom Grundton der Platte zum Beginn der Schwärzungszone ist aber meistens so gleichmäßig, daß sich keine scharfe Grenze erkennen läßt. Diese Art der Einstellung ist daher wohl auch kaum angewandt worden, vielmehr hat man im allgemeinen die Stelle des ersten, meist plötzlichen Abfalles der Schwärzung, die Begrenzung des Kerns, als Rand betrachtet. Die dritte Art, die Einstellung auf die Mitte zwischen dem äußersten Rand des Halos und die Grenze des Kerns, welche wohl von Christie bevorzugt wurde, leidet teilweise unter dem gleichen Übelstande wie die erste. Man könnte schließlich noch an eine vierte Art der Messung denken, indem man einen gewissen für alle Sterne gleichen Schwärzungsgrad als Rand einstellt. Bei diesem Verfahren würde man aber nicht nur auf Schätzungsschwierigkeiten stoßen, vielmehr kämen in die Messungen systematische Unterschiede, die von der Dichte des Hintergrunds abhängen, auf welchem die Sterne stehen. Die Abhängigkeit der Sterndurchmesser bei dieser Art der Einstellung von der Transparenz des Hintergrunds zeigt folgender Versuch:

Man stellt auf einem hart arbeitenden Papier eine Kopie des Negativs her. Ein solches Papier hat die Eigenschaft, von einem bestimmten Schwärzungsgrade ab aufwärts alle Lichteindrücke tief schwarz erscheinen zu lassen, abwärts aber nicht mehr zu kopieren. Von der Plejaden-Gegend wurden mehrere solcher Kopien in vergrößertem Maßstabe angefertigt, und die Durchmesser mit einer angelegten Millimeterteilung bestimmt. Zuerst wurden zur Konstruktion der Helligkeitskurve Sterne auf absolut reinem, d. h. nebelfreiem Hintergrund gemessen:

Nr.	Größe	Durchmesser mm	ΔD mm
59	8.27	6.1	−0.1
97	9.49	4.3	−0.1
121	9.92	3.9	+0.3
128	10.16	3.1	−0.2
85	10.64	2.6	0.0
68	10.93	2.5	+0.1
72	11.10	2.1	0.0
159	11.17	1.95	−0.1
16	11.60	1.75	−0.1
105	12.15	1.8	−0.2
7	12.51	1.3	0.0
23	12.78	1.1	−0.1
113	12.82	1.3	+0.1
114	12.85	1.2	0.0
93	13.05	1.3	+0.2
111	13.17	1.1	+0.1
15	13.26	1.0	0.0
3	13.42	1.0	+0.1
31	13.49	0.9	0.0
32	14.09	0.6	0.0
18	14.22	0.4	−0.1
24	14.38	0.4	−0.1
45	14.40	0.6	+0.1
84	14.43	0.6	+0.1
29	14.50	0.5	0.0
10	14.52	0.3	−0.2
27	14.92	0.3	0.0
22	15.59	0.3	+0.1
8	15.67	0.05	−0.1
9	15.94	0.1	0.0
83	16.00	0.1	0.0

Die Nummern und Größenangaben sind dem Verzeichnis auf Seite 144 entnommen.

Dann wurden einige Sterne in Gegenden mit dunklerem Hintergrund gemessen:

Nr.	Größe	Durchmesser mm	ΔD mm
154	9.10	5.8	+0.9
212	10.70	3.2	+0.6
197	11.15	2.9	+0.7
242	12.40	1.9	+0.5
205	13.13	1.6	+0.6
167	13.37	1.6	+0.6
170	14.18	1.5	+0.9
214	14.27	1.2	+0.6
213	14.40	1.0	+0.5

Nr.	Größe	Durchmesser mm	ΔD mm
249	14.59	0.9	+0.4
179	14.76	0.6	+0.2
129	14.78	0.8	+0.4
217	15.05	1.2	+0.9
244	15.06	0.8	+0.5
220	15.72	1.1	+0.9
243	15.98	1.0	+0.9

Die Abweichungen dieser Durchmesser von der Kurve, welche durch die zuerst gemessenen Sterne festgelegt ist, bezeichnen die unter ΔD gegebenen Werte: um diesen Betrag sind die betreffenden Durchmesser zu groß. Aus den Beträgen der ΔD in der zweiten Reihe ersieht man sogleich, daß, wenn man als Rand der Sternscheiben einen bestimmten Grad gleicher Schwärzung ansehen würde, in die Messungen ein Fehler käme, der von der Dichte des Hintergrunds abhängt, auf welchem die Sterne stehen.

Im allgemeinen wird man den durch diese Erscheinung möglichen Fehler durch Verwendung hart arbeitender Platten und entsprechender Entwickler umgehen können. In diesem Fall kann man dann von einem Schwärzungsgrad S_0 sprechen, der für alle Sternscheiben am Rand gleich ist, wie er in den Ableitungen von Schwarzschild[1] über das Durchmessergesetz zugrunde gelegt ist. Vielleicht erklärt sich aus der Abhängigkeit der Sterndurchmesser vom Hintergrund bei anderer Art der Messung die Abweichung des Exponenten p bei Christie, da bei seinen Bestimmungen zwischen Kern und Rand des Halos eingestellt wurde.

Es bleibt also die Einstellung auf die Begrenzung des Kernes, indem bei den meisten Objektiven gerade dort der Übergang zum geringeren Schwärzungsgrade am schroffsten ist. Außerdem erscheinen bei allen Aufnahmen die schwächsten Sterne nicht als schwarze Punkte, sondern als kleine graue Scheibchen von bereits merklichem Durchmesser, in deren Mitte sich erst nach längerer Belichtung ein kleiner, intensiv schwarzer Punkt zeigt, ohne daß sich der Durchmesser des Scheibchens vergrößert hätte.

Form der Helligkeitskurven für verschiedene Linsen.

Vor allem interessierte es mich zu sehen, wie sich die Beziehung zwischen Durchmessern und Sterngrößen gestaltet, wenn möglichst verschiedene Objektivsorten zur Aufnahme verwandt werden. Deshalb habe ich eine Anzahl von Platten vermessen, welche die Plejaden enthielten. Aus dem reichhaltigen Plattenmaterial des Astrophysikalischen Instituts wurden die besten Aufnahmen ausgewählt, so daß 15 bis 20 Sterne auf jeder Platte zur Konstruktion der Kurven ausreichten.

Die Daten für die Aufnahmen sind folgende:

Kurve	Tag der Aufnahme	Belichtungsdauer	Entwickler	Objektiv: Name des Verfertigers	Objektiv: Typus	Objektiv: Öffnung	Objektiv: $D:F$	Bemerkungen
a	1890 Okt. 2	40^m	—	Reinfelder	Fraunhofer	$6\frac{1}{3}$"	1 : 16	opt. achromatische Linse, außen Crown-, innen Flint-Glas.
b	Okt. 9	39	—	Reinfelder	Fraunhofer	$6\frac{1}{3}$	1 : 16	
c	1900 Nov. 27	10	gebrauchtes Rodinal	Pauly *F*	modif. Petzval	(4)	1 : 7	60% abgeblendet
d	Nov. 27	10				4	1 : 4	
e	1891 Febr. 10	60	—	Millet	Petzval	4	1 : 3.3	
f	1890 Okt. 13	51	Hydrochinon u. Eikonogen	Steinheil	Aplanat	$2\frac{1}{2}$	1 : 7.2	
g	1902 Okt. 13	4	Rodinal 6%	Brashear	Petzval	16	1 : 5	
h	1900 März 26	*cca* 30	Rodinal 5%	Pauly *D*	Aplanat	4	1 : 4.9	
i	1905 Febr. 6	5	Rodinal 4%	Voigtländer	Petzval	6	1 : 5	
k	1905 Dez. 27	97	Rodinal 8%	Zeiß	Tessar	$1\frac{1}{4}$	1 : 4.5	
l	1899 Jan. 9	300	Methol u. Hydr.	Zeiß	Planar	$2\frac{1}{2}$	1 : 4	
m	1896 Jan. 9	277	—	Voigtl. Miethe	Petzval	4	1 : 2	

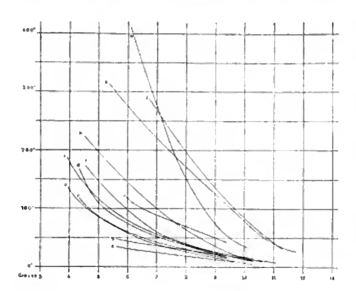
Nachdem auf jeder Platte 15 bis 20 Sterne gemessen waren, wurden die Durchmesser in Bogensekunden als Ordinaten, ihre Größen als Abszissen aufgetragen. Die graphische Ausgleichung lieferte die Kurven auf Seite 136.

[1] *l. c.* § 9.

Für die Platten, von denen diese Kurven gewonnen wurden, gelten noch folgende Bemerkungen:

Die Platten *a* und *b* sind mit dem optischen Rohr des hiesigen Sechszöllers aufgenommen worden. Um das Objektiv, welches im allgemeinen optisch achromatisiert

ist, auch für photographische Strahlen brauchbar zu machen, waren seine beiden Linsen getrennt worden. Bei beiden Aufnahmen sind die Bilder genau rund und scharf be-



grenzt. Bei den schwächsten Sternen unter 9.5 Größe ist der Durchmesser noch ziemlich groß, die Schwärzung der Scheiben ist aber nicht mehr vollständig. Die Kurven verlaufen fast geradlinig, bei den hellsten Sternen macht sich jedoch die Tendenz zu steilerem Ansteigen bemerkbar.

Die Kurven *c* und *d* wurden mit einem Objektiv gewonnen, doch war bei *c* die Linse auf 60% abgeblendet. Die Durchmesser gleicher Sterne unterscheiden sich auf beiden Platten keineswegs um einen konstanten Betrag, sondern je heller die Sterne sind, desto mehr weichen ihre Durchmesser voneinander ab. Für die schwächsten auf der Platte enthaltenen Objekte sind die Diameter nahezu gleich. Die Abblendung bewirkte eine bedeutend schärfere Definition der Sternscheibchen.

Bei dem Portrait-Objektiv Millet (Kurve *e*) sind die Bilder fast ohne Halo, aber zackig und unrund. Die Messungen waren daher sehr schwierig, und die Kurve ist wenig zuverlässig.

Die Sterne, welche bei der Kurve *f* benutzt wurden, waren zwar scharf begrenzt, aber nicht rund. Die Messung der hellsten Sterne war sehr unsicher.

Kurve *g* stammt von dem hiesigen Bruce-Teleskop. Während der kurzen Aufnahmezeit war der Himmel ungünstig. Die Sterne auf der Platte sind wenig scharf.

Die mit dem Pauly-Aplanat erhaltenen Bilder sind sehr gut definiert. Die Kurve *h* ist auf Seite 138 genauer behandelt.

Platte *i* ist mit einem der sechszölligen Voigtländer-Objektive aufgenommen worden; die Ränder der hellsten Sterne sind schwierig einzustellen.

Die Sterne auf der Platte, für welche die Kurve *k* gilt, sind ausgezeichnet scharf.

Kurve *l* gilt für ein Planar von Zeiß. Die Bilder der Sterne sind vorzüglich und ohne Halo.

Auf der Platte *m* stehen die Sterne sehr dichtgedrängt. Die Bilder sind gut, beginnen aber schon in geringem Abstand vom Plattenmittelpunkt elliptisch zu werden.

Aus der Zusammenstellung der Kurven ersieht man als wichtigstes Resultat, daß es stets nötig sein wird, für jedes Objektiv die geeignetste Form der Helligkeitskurve zu ermitteln.

Für die Abhängigkeit der Durchmesser D von der Zeit t und der Sterngröße m hat Schwarzschild die Formel abgeleitet:

$$D = \chi(m - 2.5 \log t + 2.5 \log s_0),$$

worin χ das Funktionszeichen und s_0 die latente, d. h. von der Art der Entwicklung unabhängige Schwärzung bedeutet. Es zeigt sich bei der Anwendung der Formel auf das Durchmessergesetz[1] von Charlier, Scheiner und Trépied, daß die Funktion χ als e-Funktion angesehen werden kann; also:

$$D = e^{-a(m - b \log t + c)}.$$

Hierin sind a, b und c Konstanten, die mit dem Objektiv und vielleicht auch mit der Plattensorte wechseln. Es zeigt sich genähert, daß a bei 0.15 und b bei 2 liegt. Durch Differentiation nach der Zeit sieht man, daß die Zunahme der Durchmesser selbst wieder von D abhängt:

a) $$\frac{dD}{dt} = D\,\frac{b}{t}.$$

Bei kleinen Expositionszeiten erreichen die helleren Sterne schon beträchtliche Durchmesser, während die schwächeren noch gar nicht auf der Platte erschienen sind. Für die helleren Sterne muß das Ausbreiten daher schneller stattfinden, als für schwächere. Daraus folgt, daß die Helligkeitskurve stets konvex gegen die m-Axe verlaufen muß, da das Erscheinen schwächerer Sterne immer größere Expositionszeiten erfordert. Bei verhältnismäßig großen Expositionsdauern wird der Einfluß einer Änderung von t geringer. Alsdann muß die Ausbreitung der Scheiben und damit zugleich das Ansteigen der Helligkeitskurve von der Größe des kleinsten Sternscheibchens abhängen, wie es bei hellen Sternen z. B. nach einer Belichtung von einer Sekunde erscheint.

[1] Beiträge II. § 9 u. 10.

Nun sind aber bei Refraktoren mit längerer Brennweite die primären Scheiben infolge der Diffraktion und unvollkommenen Achromasie (je nach dem Typus des Objektivs) größer als bei solchen mit kürzerer Brennweite. Daher muß bei ihnen die Helligkeitskurve steiler ansteigen. Dies gilt aber nur, wenn man die lineare Größe der Durchmesser betrachtet, wenn man z. B. die Messungen mit dem gleichen Mikroskop bei gleicher Vergrößerung anstellt, immer gleichen Objektivdurchmesser vorausgesetzt. Es ist selbstverständlich, daß das Anwachsen der Durchmesser mit der Helligkeit viel langsamer erfolgt, wenn man den Objektivdurchmesser verkleinert, was man durch Abblenden unter Beibehaltung desselben Objektivs erreichen kann. Führt man aber, um alle Objektive ohne Unterschied der Öffnung und Brennweite miteinander vergleichen zu können, als gemeinsames Maß das Winkelmaß ein, so kehren sich die Verhältnisse gerade um. In Bogensekunden ausgedrückt, ist bei Objektiven mit großem Öffnungsverhältnis der Durchmesser des primären Sternscheibchens größer als bei langbrennweitigen Linsen. Daraus folgt, daß das Ansteigen der Helligkeitskurve um so steiler ist, je größer das Verhältnis der Objektivöffnung zur Brennweite ist.

Aus der Zeichnung der Kurven ergibt sich für das unterste Intervall von einer Größenklasse für jede Platte:

Platte.	Größe des schwächsten meßbaren Sterns	$D:F$	Ansteigen der Kurve in Bogensekunden
a	9.6	1 : 16	6
b	11.1	16	7
c	9.4	7	11
d	9.4	4	15
e	9.4	3.3	20
f	10.2	7.2	12
g	10.3	5	10
h	10.6	4.9	13
i	10.3	5	12
k	11.7	4.5	21
l	11.3	4	39
m	10.1	2.0	35

Aus der Zusammenstellung der Helligkeitskurven für verschiedene Objektive ergeben sich also die folgenden Schlüsse:

1. Die Kurven können, wenn größere Helligkeitsintervalle in Betracht gezogen werden, nicht als gerade Linien aufgefaßt werden.
2. Die Kurven sind im allgemeinen stets konvex gegen die m-Axe und steigen um so schneller an, je größer das Öffnungsverhältnis ist.
3. Die Form der Kurve hängt meistens noch von anderen Faktoren ab, jedenfalls aber vom Typus des Objektivs.

Die Extrapolationsformeln.

Zur Umwandlung der Durchmesser in Größenklassen, sind verschiedene Formeln angegeben worden, welche alle empirisch abgeleitet sind und nur die Bedeutung von Interpolationsformeln haben. Am meisten angewandt sind bis jetzt folgende:

1. Die logarithmische Formel von Charlier:

$$m = a - b \log D,$$

2. die lineare von Scheiner:

$$m = a - b D,$$

3. die parabolische von Christie:

$$m = a - b \sqrt{D},$$

4. die hyperbolische von Kapteyn:

$$m = \frac{a}{b + D},$$

in welchen D die Durchmesser, a und b Konstanten sind, die sich von Platte zu Platte und für jede Formel ändern. Formel 4 wurde unabhängig von Kapteyn auch von Dugan[1] ermittelt. Da sie die Helligkeiten auf den von mir später benutzten Platten innerhalb des brauchbaren Intervalls befriedigend darstellt, diente sie auch, wie ich gleich vorausschicken möchte, bei meinen Bestimmungen zur Extrapolation. Neuerdings ist eine fünfte Formel von W. E. Plummer[2] aufgestellt worden, die als Kombination der 2. und 4. angesehen werden kann. Er findet bei seinen Untersuchungen, daß Helligkeiten und Durchmesser als Abszissen und Ordinaten aufgetragen, ein sich schneidendes Geradenpaar darstellen. Die plötzliche Änderung in der Richtung der einen Linie erklärt er durch die Verschiedenheit in der Auffassung der Durchmesser bei hellen und schwachen Sternen.

Die Erfahrung lehrt, daß keine der Helligkeitsformeln allgemein gültig ist, sondern daß sich für jedes Objektiv immer nur eine einzige von ihnen mit Vorteil hat verwenden lassen, ihr Gültigkeitsbereich aber ganz beschränkt war. Der Grund dafür, daß man zu so verschiedenen Formeln gelangt ist, liegt wohl auch darin, daß man im allgemeinen ein verhältnismäßig kurzes Intervall benutzt hat, um daraus die Kurve zu bestimmen. Dabei fallen aber die Fehler der Durchmesser und Helligkeiten zu stark ins Gewicht, von denen namentlich erstere oft beträchtlich sein können.

Die bisher gefundenen Helligkeitsformeln besitzen, wie gesagt, weder eine mathematische Ableitung, noch eine physikalische Erklärung. Selbst solche, in denen die Be-

[1] R. S. Dugan, Helligkeiten und mittlere Örter von 359 Sternen der Plejaden-Gruppe. Publ. d. Astrophys. Inst. Kgst. II. 2.

[2] W. E. Plummer, The great cluster in Hercules. Monthly Not. LXV. No. 8.

lichtungszeit oder Objektivkonstanten vorkommen, sind nichts weiter als Interpolationsformeln.

Wenn auf der Platte die Helligkeiten einer Anzahl von Sternen von der hellsten bis zur schwächsten Größenstufe bekannt sind, so wird man bei gehörig kleiner Wahl der Intervalle am bequemsten linear interpolieren. Ist man jedoch zur Extrapolation gezwungen, so hat man stets erst die geeignetste Formel aufzusuchen. Dabei hat man zu unterscheiden, ob man nach den helleren oder schwächeren Sternen hin extrapoliert.

Der erste Fall, bei welchem also die zu bestimmenden Objekte heller sind als die bekannten Sterne, gestaltet sich am schwierigsten, zumal keine Grenze gegeben ist, bis zu welcher die aus den Anhaltsternen gefundene Kurve gilt. Bei der Anwendung der vier oben angeführten Formeln zeigt sich, daß keine von ihnen eine solche Extrapolation zuläßt.

Auf einer 30 Minuten lang exponierten Platte, die mit einem Pauly-Objektiv ($F:D = 4.9$) erhalten wurde, bestimmte ich die Durchmesser folgender Sterne:

Nr. (Wolf)	Größe (Gaultier)	Durchmesser
51	8.26	1.038
11	8.45	1.024
72	8.61	0.875
101	8.67	0.850
73	9.05	0.659
47	9.18	0.654
23	9.56	0.468
32	10.01	0.365
103	10.10	0.316
37	10.29	0.306
69	10.27	0.258
86	10.39	0.232
41	10.47	0.238
16	10.59	0.237
65	10.62	0.178

Durch Zusammenfassung mehrerer Sterne entstanden folgende Hauptpunkte für die abzuleitende Kurve.

m	D	m	D
8.36	1.031	10.06	0.340
8.64	0.862	10.28	0.282
9.12	0.656	10.42	0.235
9.56	0.468	10.60	0.208

Nach der Methode der kleinsten Quadrate ergaben sich für die Kurven folgende Konstanten:

für die hyperbolische	$a = 32.03$	$b = 2.84$
für die parabolische	12.55	4.25
für die logarithmische	8.44	3.14

Die lineare Formel ergab viel zu starke Abweichungen bei den Anhaltsternen und wurde daher ausgeschlossen.

Für die ausgemittelten Kurvenpunkte blieben als Abweichungen:

m	Hyperbel	Parabel	logarithm. Kurve
8.36	+0.33	+0.14	−0.04
8.64	−0.05	−0.04	−0.01
9.12	−0.15	+0.01	0.00
9.56	−0.41	−0.10	+0.05
10.06	−0.05	−0.02	−0.14
10.28	+0.06	−0.02	+0.11
10.42	+0.02	+0.09	+0.01
10.60	+0.27	0.00	+0.02
Summe der absoluten Werte der Abweichungen:	1.34	0.42	0.38

Hiernach stellt also für hellere Sterne die logarithmische Kurve die Punkte am besten, die Hyperbel dagegen am schlechtesten dar; aber die Darstellung ist in jedem Fall mangelhaft.

Da die Sternscheiben auf der Platte fast durchweg scharf begrenzt waren, so ließen sich mit großer Sicherheit noch hellere Sterne messen. Ich bestimmte die beiden, vollständig nebelfreien Sterne:

Merope	$m = 4.59$	$D = 4.498$
Caeleno	5.57	3.361

Bei der Extrapolation ergaben nun die verschiedenen Formeln mit den obigen Konstanten:

	Merope		Caeleno	
	m	v	m	v
hyperbol. Kurve	4.36	+0.23	5.17	+0.40
parabol. Kurve	3.53	+1.06	4.76	+0.81
logarithm. Kurve	6.39	−1.80	6.79	−1.22

während die Berechnung der Durchmesser aus den Helligkeiten folgendes ergab:

	Merope	Caeleno
hyperbol. Kurve	3.889	2.921
parabol. Kurve	3.349	2.690
logarithm. Kurve	11.50	8.17

Oben fanden wir, daß die Hyperbel die Messungen am schlechtesten darstellte, während die beiden anderen Kurven etwa die gleichen Abweichungen ergeben. Bei der Extrapolation der beiden ganz hellen Sterne ergibt sich jedoch, daß die Hyperbel der Wahrheit bei weitem am nächsten kommt, während die logarithmische Kurve gänzlich versagt.

Wenn man die photographischen Größen heller Sterne ermitteln will, wird man am besten eine zu starke Extrapolation umgehen und seine Zuflucht zu hellen, optisch bestimmten Sternen vom ersten Spektraltypus nehmen. Diese kann man ohne Bedenken als Anhaltsterne benutzen, da bei Sternen mit gleichem Spektrum der Unterschied zwischen optischer und photographischer Größe gleich sein muß. Andererseits steht gerade bei hellen Sternen die extrafokale Bestimmung zu Gebote, und am

vorteilhaftesten wird man sich der Methode der absoluten Helligkeitsbestimmung [1] bedienen.

Die Extrapolation auf hellere Größenklassen kam bei der folgenden Untersuchung nicht in Betracht.

Bei der Extrapolation nach unten ist die Gefahr eines Fehlers geringer. Meistens handelt es sich um zwei bis drei Größenklassen, während in diesem Intervall die Durchmesser langsam abnehmen. Bemporad und Mazzarella [2] zeigen, wie man beim Aufsuchen der Extrapolationskurve zu verfahren hat. Auf einer Anzahl von Platten sind die Durchmesser von Sternen zwischen siebenter und neunter Größe ermittelt und mit Hilfe der vier Extrapolationsformeln wird die Helligkeit eines bekannten Sternes elfter Größe berechnet. Es zeigt sich für das betreffende Instrument die lineare Formel am geeignetsten. Dieses Verfahren ist jedoch auch nur anwendbar, wenn man die Helligkeiten mehrerer zu extrapolierender Sterne wenigstens genähert kennt. Wenn jedoch die Helligkeiten der schwächeren Sterne gänzlich unbekannt sind, so wird man einen größeren Fehler dadurch zu vermeiden suchen, daß man die Extrapolation nicht zu weit treibt. Man wird also zuerst die für das Aufnahmeobjektiv günstigste Formel suchen und mit ihr mittels einer kürzer exponierten Platte die Sterne der nächstschwächeren Größenklasse extrapolieren. Auf einer zweiten Zwischenplatte kann man dann ihre Helligkeiten benutzen, um die Strecke der bekannten Sterngrößen wieder auszudehnen. Dieses Verfahren setzt man fort, bis man die Größen von Sternen bestimmt hat, die in das Intervall der zu messenden Sterne genügend hineinreichen.

Will man die Helligkeitskataloge nach den schwächeren Sternen hin ausdehnen, so ist man gezwungen, große Expositionszeiten zu nehmen. In diesem Falle wird eine Änderung von t in der Formel *(a)* im vorigen Abschnitt den Zuwachs kaum beeinflussen. Da außerdem bei niedrigen Größenklassen das Ansteigen der Durchmesser mit der Helligkeit langsamer erfolgt, so wird $\frac{dD}{dt}$ immer weniger abhängig von der Größe m. Bei den schwächsten Sternen wird also der Zuwachs der Durchmesser für alle Sterne auf derselben Platte gleich sein.

Dies bedeutet aber nichts anderes, als daß sich die Helligkeitskurve mit der Expositionsdauer parallel mit sich selbst nach oben verschiebt. Vorausgesetzt bleibt natürlich immer eine verhältnismäßig große Belichtungszeit und normale Entwicklung.

Es müssen daher auch die im folgenden gegebenen Helligkeitskurven für die mit dem Bruce-Objektiv *a* aufgenommenen Platten parallel sein. Die Unterschiede der Durchmesser bei einer Helligkeitsdifferenz von einer Größenklasse sind für die betreffenden Platten:

Größe	B 27 Rev.	B 288	B 634
10—11	0.45	0.43	0.43
11—12	0.36	0.36	0.35
12—13	0.31	0.30	0.29
13—14	0.27	0.26	0.26
14—15	—	0.21	0.22

Es ist dies keineswegs eine der hyperbolischen Helligkeitsformel (die in diesem Falle bei der Ableitung der Kurve zugrunde gelegt wurde) eigentümliche Eigenschaft. Hat man bei zwei verschiedenen Expositionszeiten zwei Sterne photographiert, deren Helligkeiten m_1 und m_2, und deren Durchmesser D_1 und D_2 sind, so gelten für die erste Aufnahme die Beziehungen:

$$m_1 = \frac{a}{b + D_1} \qquad \text{und} \qquad m_2 = \frac{a}{b + D_2},$$

wo a und b die für diese Platte gültigen Kurvenkonstanten bedeuten.

Versieht man die aus der zweiten Aufnahme ermittelten Durchmesser und Kurvenkonstanten mit oberen Indices, so hat man:

$$m_1 = \frac{a'}{b' + D'_1} \qquad \text{und} \qquad m_2 = \frac{a'}{b' + D'_2}.$$

Hieraus ergibt sich:

$$a(D_1 - D_2) = a'(D_1' - D_2').$$

Es müßte also $a = a'$ die Bedingung für die Parallelität der Kurven sein.

Wenn im folgenden für die drei Platten diese Konstanten untereinander abweichen, so erklärt sich dies damit, daß diese Größen nur Rechnungsresultate bedeuten. Wohl aber gibt es sich zu erkennen in den Normalgleichungen, die bei der Ausgleichung vorkommen, indem die erste nahezu ein Multiplum der zweiten Gleichung ist, und daher die geringste Änderung im absoluten Gliede die Konstanten, vor allem a, bedeutend beeinflußt. Dieser Umstand ist ganz natürlich, da das praktisch brauchbare Intervall nur einen kleinen Teil der ganzen Hyperbel ausmacht.

Wir haben also das für die Praxis wichtige Resultat: Für dasselbe Aufnahmeobjektiv und für schwache Sterne besteht die Lagenänderung der Durchmesserkurve in einer Verschiebung parallel mit sich selbst in der Richtung der Axe, auf welcher die Durchmesser aufgetragen sind. Kennt man daher die Lage und Form der Helligkeitskurve für eine Platte, so ist für eine andere Aufnahme ihre Lage durch den Durchmesser eines Sternes von bekannter Helligkeit festgelegt. Zur Erhöhung der Genauigkeit würde man sich natürlich nicht auf einen Stern beschränken.

[1] C. W. Wirtz, Photographisch-photometrische Untersuchungen. Astr. Nachr. 3689—91.

[2] Saggi di riduzione fotometrica. Mem. di Soc. d. Spettroscopisti Italiani XXXIV 1905.

Bei den von **Bemporad** und **Mazzarella** untersuchten Platten für die photographische Himmelskarte schwanken allerdings die Neigungen der Helligkeitsgeraden ($tg\,a = B_1$) zwischen 74° und 78° (Mittel $75\overset{\circ}{.}7$), obgleich bei allen mit einer einzigen Ausnahme die Belichtungszeit gleich ist. Dies nimmt aber nicht Wunder, da bei Expositionen von fünf Minuten die Luftverhältnisse die Kurve bedeutend beeinflussen können. Es kommen dabei wesentlich nur die Wirkungen der Luftunruhe in Betracht; Durchsichtigkeit und Entwicklungsart wirken nur so, daß alle Größenstufen um einen konstanten Betrag verschoben erscheinen, wodurch in der linearen Formel nur die Konstante a affiziert wird. Überhaupt wird man auf diese unberechenbaren Einflüsse Rücksicht zu nehmen und nötigenfalls die Lage der Kurve, nicht aber ihre Gestalt zu modifizieren haben.

Im folgenden ist die Berechnung der Helligkeitskurven für die vier Platten, die zur Bestimmung der Plejadensterne dienten, ausführlich behandelt.

I. Photographische Helligkeiten.

Messung der Sternscheiben und Herleitung der Helligkeiten.

Da eine scharfe Messung der Durchmesser der Sternscheibchen auf jeder Platte erst unterhalb einer bestimmten Größe möglich war, so mußten, um zu den schwächsten Sternen zu gelangen, erst einige Zwischenplatten verwandt werden. Dieses Verfahren bietet trotz der Umständlichkeit doch eine größere Garantie für die Sicherheit. Da in dem zu vermessenden Felde keine Sterne unter 12.2^{mg} lagen, welche vorher schon photographisch bestimmt waren, so hätte die Extrapolation über vier Größenklassen ausgedehnt werden müssen. Eine solche Extrapolation auf einer Platte ist, wie schon bemerkt, zu weitgehend, da die kleinste Verschiebung der Helligkeitskurve im Punkte mit der Abzisse 12^{mg} schon große Änderungen in dem unteren Teil hervorruft. Es wurde daher das Intervall von 12^{mg} bis 16^{mg} geteilt durch Einschalten einer Platte, welche die Messung von Sternen 14. Größe noch gerade gestattete. Eine Platte, welche die Sterne bis 11.5 Größe enthielt, wurde zur besseren Fundierung der helleren Anhaltsterne hinzugenommen.

Die Messung der Durchmesser geschah unter einem Mikroskop mit Fadenmikrometer, und zwar um die Abweichung der Bilder von der Kreisform zu eliminieren, stets in zwei aufeinander senkrechten Richtungen. Ebenso wurde ein Einfluß, den die Gestalt der Ränder auf die Messung hätte ausüben können, durch Drehen der Platten um 180° möglichst verringert.

Die Durchmesser der Sterne sind im folgenden stets in Revolutionen der Schraube ausgedrückt. Es entspricht bei den B-Platten 1 Revolution etwa 13 Bogensekunden, bei der A-Platte dagegen 33 Sekunden.

Die Daten für die benutzten Platten sind folgende:

Nr.	Tag der Aufnahme	Belichtungsdauer	Entwickler	Luftzustand
B 27	1900 Sept. 15	176^m	5 % Rod. gebr. 6^m	1 sehr klar
B 288	1901 Sept. 21	65	7½ % Rod. frisch 5	1 schön
B 634	1902 Dez. 22	300	7 % Rod. frisch 8	1 schön, klar, ruhig
A 1365	1899 Jan. 9	300	Metyl + Hydrochin 8	sehr durchsichtig.

Dugan hat in seiner Arbeit gezeigt, daß für das a-Objektiv des Bruce-Teleskops die Durchmesser und Helligkeiten der Sterne am besten durch eine gleichseitige Hyperbel dargestellt werden. Bei meiner Bestimmung habe ich versucht, ob durch Einführung einer dritten Konstanten, also durch die Formel:

$$m = a + \frac{b}{c + D}$$

die Messungen besser dargestellt würden. Es zeigte sich, daß weder bei den Platten des Bruce-Teleskops, noch bei der des Sechszöllers eine wesentliche Verbesserung eintrat; daher wurde die einfache hyperbolische Formel beibehalten.

Zur Bestimmung der Helligkeitskurve wurden bei jeder Platte alle vermessenen Sterne hinzugezogen, deren Helligkeiten bekannt waren. Zugrunde gelegt wurden die Helligkeiten des Catalogue annuel des grandeurs photographiques par E. Gaultier und, soweit sie vorhanden waren, diejenigen von M. Wolf. Bei den Platten B 27 und B 288 wurde für jeden Stern eine Bedingungsgleichung von der Form:

$$m\,c + b + m\,d = 0$$

gebildet.

Bei den beiden letzten Platten waren bis 70 Anhaltsterne vorhanden, die gruppenweise zu Mitteln vereinigt die Bedingungsgleichungen lieferten. Eine doppelte Ausgleichung, sowohl graphisch durch eine provisorische Kurve, als rechnerisch hielt ich für nicht ganz einwandfrei, da bei einer provisorischen Kurve namentlich bei den Anfangs- und Endpunkten, auf die es besonders ankommt, eine gewisse Willkür unterlaufen kann. Alle Sterne, deren Helligkeiten auf einer Platte bestimmt waren, dienten als Anhaltsterne für die folgenden. Dabei wurden alle vorhandenen Bestimmungen desselben Objektes zu Mitteln vereinigt. Auf diese Art habe ich von jeder Willkür bei der Ableitung der Kurven für die Hauptplatten frei zu

werden versucht. Ich glaube, daß sich die Abweichung der von Dugan gefundenen Helligkeiten[1] von meinen dadurch erklärt, daß Dugan diese Vorsicht nicht beobachtet hat, und gebe später die Korrektionen für die Duganschen Sterne.

Nach Berechnung der Konstanten für jede Platte wurden die Kurven gezeichnet; die Verwandlung der Durchmesser in Größenklassen geschah leichter mit Hilfe kleiner Tafeln.

Auf die Abstandsverschiedenheit der Sterne vom Plattenzentrum und die dadurch bedingte Vergrößerung der Sternscheibchen durch Distorsion brauchte keine Rücksicht genommen zu werden, da kein systematischer Gang in der Differenz der transversalen und radialen Durchmesser zu bemerken war.

Im folgenden sind für jede Platte die zugrunde liegenden Helligkeiten der Sterne, sowie die Gleichungen zur Ableitung der Kurvenkonstanten angeführt.

B 27.

Die Bilder der Sterne sind ziemlich scharf begrenzt, jedoch ist der Grund etwas dunkel. Die Platte ist durch den schwachen Entwickler weniger hart. Das meßbare Intervall erstreckt sich von der 7.5 bis zur 11.5 Größe. Unter die 11.5 Größenklasse zu gehen, schien nicht ratsam, da der Kern von schwächeren Sternen nicht mehr als runde Scheibe, sondern als Dreieck erschien und ferner dieser Kern eine etwas geringere Schwärzung aufwies. Im folgenden sind die Anhaltsterne, sowie die damit erhaltenen Bedingungsgleichungen angeführt:

Nr. nach	Größe		Durchmesser
C. Wolf	Gaultier	M. Wolf	
120	7.68	7.95	2.696
91	7.90	8.2	2.440
20	8.11		2.640
51	8.26		2.388
37	8.30		2.306
11	8.45		2.450
72	8.61	8.6	2.077
101	8.67	8.65	2.156
141	8.92		1.936
73	9.05		1.991
47	9.18		1.936
23	9.56		1.698
107	9.89		1.603
32	10.01		1.441
103	10.10	[9.8]	1.458
69	10.27		1.342
37	10.29		1.364
86	10.36		1.283
39	10.45		1.291
41	10.47		1.322
25	10.53		1.221
16	10.59		1.190
68	10.73		1.133
22	10.84		1.086
15	11.05		0.913
60	11.25		0.934
28	11.26		0.813
50	11.34		0.760
24	11.35		0.786
59	11.44		0.806
44	11.48		0.726

[1] Publikation des Astrophys. Inst. Bd. II. Nr. 2.

	v
$7.82c - b + 21.08 = 0$	−0.68
$8.08c - b + 19.72 = 0$	−1.15
$8.11c - b + 21.41 = 0$	+0.64
$8.26c - b + 19.72 = 0$	−0.54
$8.30c - b + 19.64 = 0$	−0.48
$8.45c - b + 20.70 = 0$	+1.09
$8.61c - b + 17.88 = 0$	−1.18
$8.66c - b + 18.67 = 0$	−0.22
$8.92c - b + 17.27 = 0$	−0.74
$9.05c - b + 18.02 = 0$	+0.45
$9.18c - b + 17.68 = 0$	+0.56
$9.56c - b + 16.23 = 0$	+0.40
$9.89c - b + 15.85 = 0$	+1.15
$10.01c - b + 14.42 = 0$	+0.13
$10.10c - b + 14.73 = 0$	+0.74
$10.27c - b + 13.78 = 0$	+0.37
$10.29c - b + 14.04 = 0$	+0.70
$10.36c - b + 13.29 = 0$	+0.19
$10.45c - b + 13.49 = 0$	+0.69
$10.47c - b + 13.84 = 0$	+0.11
$10.53c - b + 12.86 = 0$	+0.34
$10.59c - b + 12.60 = 0$	+0.28
$10.73c - b + 11.51 = 0$	−0.33
$10.84c - b + 11.77 = 0$	+0.30
$11.05c - b + 10.49 = 0$	−0.26
$11.25c - b + 10.51 = 0$	+0.44
$11.26c - b + 9.15 = 0$	−0.89
$11.34c - b + 8.62 = 0$	−1.14
$11.35c - b + 8.92 = 0$	−0.81
$11.44c - b + 9.22 = 0$	−0.20
$11.48c - b + 8.33 = 0$	−0.96

Daraus ergeben sich die Kurvenkonstanten:

$$b = 48.398 \qquad c = 3.407.$$

Da die Platte, wie gesagt, nur die Messung von Sternen bis ungefähr $11^{1}/_{2}{}^{\text{mg}}$ zuließ, so wurden nur wenige Sterne gewonnen. Da ihre Helligkeiten bei der folgenden Platte Verwendung finden, so werden sie nicht hier besonders aufgeführt. Nur die wenigen Sterne, welche heller als 10.0^{mg} sind, welche entweder hier als Anhaltsterne dienten, oder bei Gaultier nicht vorhanden sind, seien hier angegeben.

Nr. nach C. Wolf	Größe	Nr. nach C. Wolf	Größe
120	7.93	72	8.84
20	8.01[1]	73	8.98
12	8.06	47	9.10
11	8.27	13	9.20
91	8.28	23	9.49
51	8.36	107	9.68
37	8.39	103	9.96
101	8.71		

B 288.

Die Platte ist bedeutend besser als die vorige. Das Korn ist sehr fein, die Schicht klar und durchsichtig. Die Kerne der Sternbilder sind sehr scharf begrenzt und gut meßbar, allerdings durchweg elliptisch. Die Durchmesser nehmen mit der Helligkeit schnell zu. Sterne heller als 10. Größe waren nicht mehr gut meßbar. Bei Sternen unter 13.5 Größe war kein ausgeprägter Kern mehr vorhanden.

Als Anhaltsterne für die Helligkeiten und die Bedingungsgleichungen dienten folgende Objekte:

Nr. nach C. Wolf	Größe nach Gaultier	Größe nach B 27	Angenommene Helligkeit	Durchmesser
32	10.01	10.00	10.00	1.670
37	10.29	10.16	10.22	1.513
69	10.27	10.21	10.24	1.537
9		10.24	10.24	1.378
1		10.30	10.30	1.324
86	10.36	10.34	10.35	1.494
41	10.47	10.25	10.36	1.394
39	10.45	10.32	10.38	1.449
2		10.39	10.39	1.314
6		10.56	10.56	1.363
16	10.59	10.54	10.56	1.276
68	10.73	10.68	10.70	1.266
22	10.84	10.81	10.82	1.196
14	11.02		11.02	1.194
15	11.05	11.22	11.14	1.152
60	11.25	11.17	11.21	1.184
28	11.26	11.48	11.37	1.083
24	11.35	11.56	11.46	1.062
59	11.44	11.50	11.47	1.034
50	11.34	11.63	11.49	1.044
44	11.47	11.73	11.60	1.015
71		11.81	11.81	0.906
82		11.82	11.82	0.935
53		11.85	11.85	0.833
64		11.86	11.86	0.713
63		11.88	11.88	0.850
27		11.90	11.90	0.775
80		12.07	12.07	0.753
48		12.14	12.14	0.662

[1] Rand sehr unscharf.

Bedingungsgleichungen:

$10.00c - b + 16.70 = 0$	+0.77
$10.22c - b + 15.46 = 0$	+0.22
$10.24c - b + 15.74 = 0$	+0.56
$10.24c - b + 14.11 = 0$	−1.07
$10.30c - b + 13.64 = 0$	−1.35
$10.35c - b + 15.46 = 0$	+0.62
$10.36c - b + 14.44 = 0$	−0.37
$10.38c - b + 15.04 = 0$	+0.30
$10.39c - b + 13.65 = 0$	−1.06
$10.56c - b + 14.30 = 0$	+0.21
$10.56c - b + 13.47 = 0$	−0.71
$10.70c - b + 13.55 = 0$	−0.20
$10.82c - b + 12.94 = 0$	−0.43
$11.02c - b + 13.16 = 0$	+0.41
$11.14c - b + 12.83 = 0$	+0.46
$11.21c - b + 13.27 = 0$	+1.12
$11.37c - b + 12.31 = 0$	+0.66
$11.46c - b + 12.17 = 0$	+0.80
$11.47c - b + 11.88 = 0$	+0.54
$11.49c - b + 12.00 = 0$	+0.72
$11.60c - b + 11.77 = 0$	+0.84
$11.81c - b + 10.70 = 0$	+0.42
$11.82c - b + 11.05 = 0$	+0.80
$11.85c - b + 9.87 = 0$	−0.28
$11.86c - b + 8.46 = 0$	−1.66
$11.88c - b + 10.10 = 0$	+0.04
$11.90c - b + 9.22 = 0$	−0.78
$12.07c - b + 9.09 = 0$	−0.38
$12.14c - b + 8.04 = 0$	−1.21

Daraus ergab sich:

$$b = 47.1695 \qquad c = 3.124.$$

B 634.

Diese Platte ist ähnlich wie die vorhergehende feinkörnig und klar, aber weniger durchsichtig. Die Sternscheiben sind ziemlich scharf begrenzt, meistens genau rund und von einem schwachen Halo umgeben. Das meßbare Intervall reicht von der 10.5 bis 16. Größe. Die Sterne, deren Durchmesser kleiner als 0.2 Revolutionen sind, also unter 15.8 Größe, sind unsicher, da sie an der Grenze der Meßbarkeit liegen. In Wirklichkeit sind alle Durchmesser kleiner, als die Messungen es angeben, da in diesen noch die Dicke des Mikrometerfadens enthalten ist. Die Resultate der Helligkeiten werden natürlich nicht dadurch beeinflußt, nur würden sämtliche Kurven um einen kleinen, aber gleichen Betrag — bei gleicher Vergrößerung — nach unten verschoben; oder, was dasselbe ist, der absolute Wert von c würde in allen Helligkeitsformeln um eine Konstante größer.

Nr.	Nr. nach C. Wolf	B 288	B 27	Gaultier	Angenommene Helligkeit	Durchmesser
54	9	10.48	10.24		10.36	1.778
38	6	10.51	10.56		10.54	1.661
206	65	10.52	10.62		10.57	1.682
85	16	10.72	10.54	10.59	10.62	1.649
11	2	10.63			10.63	1.662
102	26	10.59	10.79		10.69	1.636
212	68	10.57	10.68	10.73	10.72	1.613
98	22	10.92	10.81	10.84	10.86	1.526
68	14	10.93		11.02	10.98	1.580
72	15	11.03	11.22	11.05	11.10	1.411
197	60	10.95	11.17	11.25	11.12	1.430
42	7	11.19			11.19	1.418
130		11.28		11.28	11.28	1.352
109	28	11.21	11.48	11.26	11.32	1.322
101	24	11.28	11.56	11.35	11.40	1.320
191	59	11.34	11.50	11.44	11.43	1.280
159	50	11.32	11.63	11.34	11.43	1.419
144	44	11.40	11.73	11.47	11.53	1.238
16		11.57		11.57	11.57	1.313
245	82	11.66		11.82	11.74	1.148
232	71	11.70		11.81	11.76	1.193
181	53	11.91		11.85	11.88	1.148
12	3	11.88			11.88	1.135
203	63	11.87		11.88	11.88	1.109
105	27	12.09		11.90	12.00	1.091
204	64	12.28		11.86	12.07	1.014
106		12.26			12.26	1.074
87		12.30			12.30	1.047
156	48	12.45		12.14	12.30	0.952
141		12.33			12.33	1.073
250	89	12.37			12.37	0.909
81	17	12.42			12.42	0.981
14		12.42			12.42	0.974
180	54	12.46			12.46	0.980
7		12.50			12.50	1.031
194		12.53			12.53	0.960
23		12.62			12.62	0.890
150		12.76			12.76	0.888
114		12.76			12.76	0.882
88		12.82			12.82	0.795
113		12.89			12.89	0.920
17		12.91			12.91	0.783
182		12.92			12.92	0.925
247	85	12.92			12.92	0.901
224		12.98			12.98	0.656
93	21	13.03			13.03	0.842
148	46	13.06			13.06	0.837
40		13.14			13.14	0.756
234		13.08			13.08	0.904
5		13.19			13.19	0.775
111		13.20			13.20	0.857
209		13.22			13.22	0.790
164		13.27			13.27	0.690
251		13.31			13.31	0.665
56		13.34			13.34	0.795
91		13.39			13.39	0.741
75		13.45			13.45	0.760
26		13.46			13.46	0.779
167		13.46			13.46	0.741
152		13.49			13.49	0.652
172		13.52			13.52	0.626
178		13.62			13.62	0.656
104		13.63			13.63	0.770
61	13	13.68			13.68	0.754
33		13.77			13.77	0.656
95		13.78			13.78	0.741
155		13.89			13.89	0.695
153		13.96			13.96	0.672
149		13.99			13.99	0.562
29		14.13			14.13	0.397

Die durch Querstriche getrennten Gruppen ergaben zur Berechnung der Helligkeitskurve folgende Mittelwerte:

Helligkeit	Durchmesser	Helligkeit	Durchmesser
10.36	1.778	12.46	0.975
10.63	1.665	12.93	0.835
11.05	1.475	13.25	0.777
11.42	1.321	13.54	0.717
11.83	1.147	13.92	0.620
12.19	1.036		

Es ergeben sich dadurch folgende Bedingungsgleichungen:

	m. d. ü. F. r	mg
$10.36c - b + 18.420 = 0$	$+0.31$	$+0.07$
$10.63c - b + 17.699$	$+0.33$	$+0.07$
$11.05c - b + 16.299$	$+0.08$	$+0.03$
$11.42c - b + 15.086$	-0.11	-0.03
$11.83c - b + 13.569$	-0.50	-0.13
$12.19c - b + 12.629$	-0.45	-0.12
$12.46c - b + 12.149$	-0.19	-0.05
$12.93c - b + 10.796$	-0.25	-0.07
$13.25c - b + 10.295$	$+0.13$	$+0.03$
$13.54c - b + 9.708$	$+0.34$	$+0.10$
$13.92c - b + 8.630$	$+0.31$	$+0.09$

Die abgeleiteten Kurvenkonstanten sind:

$$b = 46.608 \qquad c = 2.7505.$$

A 1365.

Diese Platte ist aufgenommen mit einem sechszölligen Voigtländerobjektiv. Obgleich ihre Expositionszeit nur gerade so groß ist wie die von B. 634, reicht sie fast bis zur gleichen Helligkeit herab. Die Platte ist im Grunde ziemlich dunkel, die Sternscheiben sind etwas schwerer meßbar als bei den vorigen Platten, weil der Übergang von Schwärzung zum Grundton allmählicher verläuft. Da die Brennweite des Objektives viel kleiner ist, so sind die Sterne auf der Platte ziemlich dicht gedrängt. Es konnte daher nur eine beschränkte Anzahl gemessen werden.

Folgende Sterne dienten zur Ableitung der Helligkeitskurve:

Nummer	Helligkeit	Durchmesser
54	10.36	1.770
38	10.54	1.689
206	10.57	1.760
85	10.62	1.605
11	10.63	1.616
102	10.69	1.682
212	10.72	1.609
98	10.86	1.628
68	10.98	1.418
72	11.10	1.476
197	11.12	1.338
42	11.19	1.408
130	11.28	1.358
109	11.32	1.372
101	11.40	1.308
191	11.43	1.193
144	11.53	1.221
16	11.57	1.126
245	11.74	1.112
232	11.76	1.185
12	11.88	1.004
105	12.00	0.958
204	12.07	1.062
106	12.26	0.966
87	12.30	0.977
156	12.30	0.859

Nummer	Helligkeit	Durchmesser
141	12.33	0.898
81	12.42	0.967
14	12.42	0.762
180	12.46	0.837
7	12.50	0.780
23	12.62	0.708
114	12.76	0.690
150	12.76	0.639
88	12.82	0.745
113	12.89	0.723
17	12.91	0.603
182	12.92	0.756
247	12.92	0.646
224	12.98	0.678
93	13.03	0.629
148	13.06	0.682
234	13.08	0.613
21	13.18	0.588
5	13.19	0.596
111	13.20	0.556
164	13.27	0.686
251	13.31	0.588
56	13.34	0.611
91	13.39	0.473
75	13.43	0.617
26	13.46	0.577
167	13.46	0.582
152	13.49	0.532
172	13.52	0.413
104	13.63	0.652
61	13.68	0.586
96	13.78	0.505
153	13.90	0.496
149	13.99	0.524
29	14.13	0.222

Aus den durch die Querstriche getrennten Gruppen von Sternen wurden folgende Mittel gebildet:

Helligkeit	Durchmesser	Helligkeit	Durchmesser
10.36	1.770	12.46	0.825
10.63	1.660	12.90	0.679
11.05	1.453	13.24	0.589
11.42	1.263	13.54	0.526
11.70	1.134	13.92	0.437
12.19	0.955		

Hieraus leiteten sich folgende Bedingungsgleichungen ab:

	$v =$	mg
$10.36\,c - b + 18.34 = 0$	0.00 =	0.00
$10.63\,c - b + 17.65$	+0.28	+0.05
$11.05\,c - b + 16.06$	+0.20	+0.04
$11.42\,c - b + 14.42$	−0.10	−0.02
$11.79\,c - b + 13.37$	+0.17	+0.04
$12.19\,c - b + 11.64$	−0.13	−0.04
$12.46\,c - b + 10.28$	−0.52	−0.12
$12.90\,c - b + 8.76$	−0.45	−0.10
$13.24\,c - b + 7.80$	−0.19	−0.04
$13.54\,c - b + 7.12$	+0.21	+0.05
$13.92\,c - b + 6.08$	+0.53	+0.14

Als Konstanten der Helligkeitskurve ergaben sich:

$$b = 55.557 \qquad c = 3.593.$$

Die aus den eben behandelten vier Aufnahmen abgeleiteten Helligkeiten der Sterne sind in der folgenden Tafel zusammengestellt. Die Anordnung ist folgende:

1. Nummer nach fortschreitender Rektaszension,
2. Nummer nach C. Wolf,
3—7. Helligkeit für jede untersuchte Platte,
8. Mittel aus diesen Helligkeiten.

Die eingeklammerten Werte wurden wegen zu starker Ungenauigkeit beim Mittelbilden ausgeschlossen.

Nr.	C. Wolf	B 27	B 288	B 634	A 1365	Mittel
1				14.45		14.45
2				14.86	14.58	14.72
3				13.26	13.57	13.42
4				15.34		15.34
5			13.19	13.23	13.26	13.23
6	1	10.30	10.60	10.29	10.19	10.34
7			12.50	12.33	12.71	12.51
8				15.67		15.67
9				15.94		15.94
10				14.22	14.82	14.52
11	2	10.39	10.63	10.57	10.67	10.57
12	3		11.88	11.99	12.09	11.99
13				15.02		15.02
14			12.42	12.51	12.76	12.56
15				13.26	13.26	13.26
16			11.57	11.47	11.77	11.60
17			12.91	13.20	13.24	13.12
18				14.22	14.22	14.22
19				14.88	14.54	14.71
20				16.02		16.02

Nr.	C.Wolf	B 27	B 288	B 634	A 1365	Mittel
21			13.18	12.91	13.29	13.13
22				15.59		15.59
23			12.62	12.81	12.92	12.78
24				14.43	14.33	14.38
25				15.90		15.90
26			13.46	13.21	13.32	13.33
27				15.22	14.63	14.92
28				14.29	14.52	14.40
29			14.13	14.80	14.58	14.50
30				14.74		14.74
31				13.49	13.49	13.49
32				13.95	14.23	14.00
33			13.77	13.69	13.73	13.73
34				15.26		15.26
35				13.79	13.88	13.84
36				15.64		15.64
37				14.44	14.74	14.59
38	6	10.56	10.51	10.57	10.52	10.54
39				15.63		15.63
40			13.14	13.30	13.81	13.42
41				15.01		15.01
42	7		11.19	11.17	11.11	11.16
43					14.77	14.77
44				14.15	14.55	14.35
45				14.36	14.45	14.40
46				14.70	14.48	14.59
47				15.86		15.86
48			13.68	13.30	13.29	13.42
49				13.67	13.54	13.61
50				15.06	14.65	14.86
51				14.73	14.63	14.68
52				15.22		15.22
53				15.85		15.85
54	9	10.24	10.48	10.27	10.36	10.34
55				15.95		15.95
56			13.34	13.15	13.22	13.24
57				14.34	14.69	14.51
58	12	8.06				8.06
59	11	8.27				8.27
60				13.77	13.62	13.70
61	13	9.20				9.20
62				14.99	14.65	14.82
63				15.23		15.23
64				14.64		14.64
65				15.02	14.67	14.84
66				14.40	14.39	14.40
67				14.08	13.90	13.99
68	14		10.93	10.76	11.09	10.93
69				13.74	13.72	13.73
70				14.48	14.56	14.51
71				14.11	14.60	14.35
72	15	11.22	11.03	11.20	10.96	11.10
73				13.94	13.91	13.93
74				15.47		15.47
75			13.45	13.28	13.20	13.31
76					14.53	14.53
77			10.79	10.59	10.63	10.67
78				14.23	14.36	14.29
79				13.96	13.78	13.87
80			(13.66)	14.35	14.15	14.25
81	17		12.42	12.49	12.19	12.37
82				15.91		15.91
83				16.00		16.00
84				14.36	14.50	14.43
85	16	10.54	10.72	10.59	10.69	10.64
86				14.49	14.23	14.36
87			12.30	12.28	12.17	12.25
88			12.82	13.15	12.80	12.92
89				15.17	14.55	14.86
90				14.79	14.72	14.75
91			13.39	13.36	13.67	13.47
92				13.78	13.72	13.75
93	21		13.03	12.98	13.15	13.05
94				14.38	14.20	14.29
95				14.24	14.33	14.28
96			13.78	13.36	13.55	13.56
97	23	9.49				9.49
98	22	10.81	10.92	10.90	10.64	10.82
99				15.63		15.63
100				13.45	13.51	13.48
101	24	11.56	11.28	11.45	11.30	11.40
102	26	10.79	10.59	10.62	10.54	10.64
103				14.66	14.60	14.63
104			13.63	13.25	13.08	13.32
105	27		12.09	12.13	12.22	12.15
106	29		12.26	12.19	12.19	12.21
107	30		12.48	12.22	12.30	12.33
108				13.30		13.30
109	28	11.48	11.21	11.42	11.19	11.32
110				13.81		13.81
111			13.20	12.93	13.39	13.17
112				15.05	14.70	14.87
113			12.89	12.70	12.87	12.82
114			12.76	12.83	12.97	12.85
115				15.31	(14.72)	15.31
116				13.39	13.75	13.57
117				14.39	14.08	14.24
118				14.41	14.66	14.54
119				13.51		13.51
120				15.06	14.60	14.83
121	32	10.00	9.84			9.92
122				15.48		15.48
123				13.88	13.32	13.60
124				15.88		15.88
125				15.03	14.81	14.92
126				15.95		15.95
127				15.01	14.69	14.85
128	37	10.16	10.17	(9.86)		10.16
129				14.78		14.78
130			11.28	11.36	11.23	11.29
131	36, 38		10.34	10.49		10.42
132				14.48	14.01	14.24
133				15.91		15.91
134	39	10.32	10.32	10.43		10.36
135				14.59	14.55	14.57

Nr.	C.Wolf	B 27	B 288	B 634	A 1365	Mittel
136				14.60		14.60
137				15.84		15.84
138				15.62		15.62
139	41	10.25	10.44	10.22	10.23	10.28
140				15.65		15.65
141			12.33	12.19	12.38	12.30
142				15.10		15.10
143				14.62	14.62	14.62
144	44	11.73	11.40	11.69	11.55	11.59
145				15.51		15.51
146				14.38	14.32	14.35
147				15.33		15.33
148	46		13.06	13.00	12.99	13.02
149			13.99	14.08	13.49	13.85
150			12.76	12.82	13.12	12.90
151				15.76		15.76
152			13.49	13.70	13.46	13.55
153			13.96	13.62	13.59	13.72
154	47	9.10				9.10
155			13.89	13.53		13.71
156	48		12.45	12.59	12.49	12.51
157				14.46		14.46
158				14.62		14.62
159	50	(11.63)	11.32	11.17	11.02	11.17
160	51	8.36				8.36
161				16.06		16.06
162				15.95		15.95
163				15.79		15.79
164			13.27	13.55		13.41
165				14.01	14.37	14.19
166				14.64	14.19	14.42
167			13.46	13.35	13.29	13.37
168				15.78		15.78
169				15.38		15.38
170				14.18		14.18
171				13.34		13.34
172			13.52	13.81	13.87	13.73
173				15.37		15.37
174				14.73	14.77	14.75
175				14.70	14.54	14.62
176				14.52		14.52
177				15.47		15.47
178			13.62	13.69	14.02	13.78
179				15.06	14.47	14.76
180	54		12.46	12.49	12.55	12.50
181	53		11.91	11.96	12.35	12.07
182	55		12.92	12.68	12.78	12.79
183				14.56		14.56
184				15.57		15.57
185			13.31	13.65	13.29	13.42
186				13.47	13.48	13.48
187				15.43		15.43
188				15.86		15.86
189				15.97		15.97
190				14.32	14.29	14.31
191	59	11.50	11.34	11.57	11.60	11.50
192				14.59	14.39	14.49
193				14.38	14.07	14.22
194			12.53	12.56		12.54
195				13.89	13.90	13.89
196				13.90	14.13	14.01
197	60	11.17	10.95	11.22	11.27	11.15
198				15.27		15.27
199				15.62		15.62
200				16.07		16.07
201				15.81		15.81
202				15.91		15.91
203	63		11.87	12.07		11.97
204	64		12.28	12.38	11.94	12.20
205					13.13	13.13
206	65	(10.03)	10.52	10.51	10.53	10.52
207				15.03	14.52	14.78
208				14.84		14.84
209			13.22	13.17	12.78	13.06
210				15.36		15.36
211				14.31	14.33	14.32
212	68	10.68	10.75	10.68	10.68	10.70
213				14.38	14.41	14.40
214				14.15	14.39	14.27
215				15.96		15.96
216				14.32	14.11	14.21
217				15.05		15.05
218				16.00		16.00
219				13.50	13.49	13.50
220				15.72		15.72
221	69	10.21	10.12	(9.84)		10.16
222				15.82		15.82
223				15.70		15.70
224			12.98	13.69	13.00	13.22
225				15.72		15.72
226				15.60		15.60
227				14.09	13.81	13.95
228				13.76		13.76
229				13.31		13.31
230				14.19		14.19
231				13.67	13.23	13.45
232			11.70	11.82	11.62	11.71
233				14.05		14.05
234			13.08	12.75	13.21	13.01
235				15.84		15.84
236				13.62	13.54	13.58
237				15.72		15.72
238				14.37		14.37
239				13.66		13.66
240				15.80		15.80
241				14.96	14.87	14.92
242	80		12.17	12.54	12.48	12.40
243				15.98		15.98
244				15.06		15.06
245	82		11.66	11.96	11.80	11.80
246				13.93		13.93
247	85		12.92	12.77	13.10	12.93
248	86	10.34	10.21			10.28
249				14.59		14.59
250	89		12.37	12.73	12.80	12.63
251			13.31	13.68	13.68	13.56

Bemerkungen:

Zu Platte B 27 159 ganz unscharf — 191 sehr verwaschen und unscharf.

B 288 16 oblong, 21 oblong, 42 oblong, 80 oblong, höchst unsicher, 85 oblong, 194 dreieckig.

B 634 10 ohne Kern, 13 dreieckig, 18 Ansatz östlich, 25 ohne ausgeprägten Kern, 28 oblong, 34 oblong in Deklination, 35 eine Luftblase in der Glasplatte stört die Messung etwas, 39 ohne ausgeprägten Kern, 46 verwaschen, 47 sehr schwacher Kern, 48 Duplex, Begleiter nördlich, 52 schwacher Kern, 62 sehr verwaschen, Kern nur halb geschwärzt, 65 sehr unsicher, schwer zu messen, 68 unscharf, 70 dreieckig, 76 kein Durchmesser zu erkennen, da die Schwärzung unvollständig ist, 82 ohne ausgeprägten Kern, 89 unscharf, 99 oblong, ebenso auf Platte A 1305, wahrscheinlich duplex, 110 sehr verwaschen, Kern nur halb geschwärzt, 111 oblong in Rektaszension, 112 unscharf, ohne eigentlichen Kern, 120 sehr unsicher, 122 kaum ein Kern sichtbar, 132 unscharf, 137 unsicher, ohne ausgeprägten Kern, 145 ohne ausgeprägten Kern, 151 unscharf, 157 äußerst verwaschen, 161 verwaschen, 177 ohne ausgeprägten Kern, 179 oblong, P.W. 45°, 185 verwaschen und undeutlich, 188 schwacher Kern, 189 oblong in Rektaszension, 194 im Halo des Hauptsterns, aber trotzdem gut meßbar, 199, 201, 202 ohne deutlich ausgeprägten Kern, 208 im Halo des Hauptsterns, 211 dreieckig, 215 oblong, 221 zu undeutlich definiert, 223 unsicher, 225 Kern strichförmig, 229 u. 235 im Nebel von Elektra, 241 dreieckig.

A 1305 2 Ansatz östlich, 10 verwaschen, 14 dreieckig, 24 verwaschen, 28 schlecht definiert, 32 unsicher, 42 Ansatz südlich, 44 Ansatz P.W. 315°, 45 unscharf, 57 verwaschen, 67 im Halo von 58, 69 etwas unscharf, 75 schwer zu messen, 79 schwer zu messen, 84 verwaschen, 100 unscharf, 115 ganz unsicher, 143 nicht ganz schwarz, 149 Kern nicht zu definieren, allmählicher Übergang zum Halo, 190 unsicher, 195 oblong in Deklination, 196 Ansatz nach Nord, 224 Ansatz nach Süden, 227 undeutlich.

Vergleich der Helligkeiten mit jenen anderer Kataloge.

Im folgenden sind die Helligkeiten derjenigen Sterne angeführt, die sich auch in den Katalogen von Pickering[1], Charlier[2], Gaultier und Wolf[3] befinden. Die beiden ersten Kolumnen geben die Nummern, das eine Mal nach meiner Vermessung, das andere Mal nach der Wolfschen. In den fünf nächsten Spalten sind dann die entsprechenden Helligkeiten.

[1] E. C. Pickering, Annals of the astronomical observatory of Havard College XVIII.

[2] C. V. L. Charlier, Publikation der A. G. XIX.

[3] Wolf, Annales de l'Obs. de Paris. Mémoires. t. XIV, 2 partie.

Nr.	Nr. Wolf	Wolf	Pickering	Charlier	1895/1900 Gaultier	m
6	1	10.5		9.95		10.34
11	2	9.5		10.15		10.57
12	3	11		13		11.99
38	6	10		9.9		10.54
42	7	12				11.16
54	9	10		9.75		10.34
59	11	8.5	7.94	8.35	8.45	8.27
58	12	8.5		8.05		8.06
61	13	10		9.5		9.20
68	14	10		10.95	11.02	10.93
72	15	10.5		10.85	11.05	11.10
85	16	9.5		10.2	10.59	10.64
81	17	12		13		12.37
87[1]					11.85	12.25
93	21	14		12.5		13.05
98	22	9.5		10.65	10.84	10.82
97	23	10		9.2	9.56	9.49
101	24	10		10.8	11.35	11.40
102	26	10.5		10.25		10.64
105	27	13		12.25	11.90	12.15
109	28	11		11.2		11.32
106	29	11		13.5		12.21
107	30	12		11.9	11.89	12.33
121	32	10		9.85	10.01	9.92
128	37	9.6	10.51	9.9	10.29	10.06
134	39	9.5		10.5	10.45	10.36
139	41	10.5		10.1	10.47	10.28
144	44	11		11.85	11.47	11.59
148	46	11		13		13.02
154	47	8.75		8.85	9.18	9.10
156	48	12		13	12.14	12.51
159	50	10.5		10.75	11.34	11.17
160	51	9		8.2	8.26	8.36
181	53	11	12.44	11.7	11.85	12.07
180	54	11.5		13		12.50
182	55	13	14.76	12.35		12.79
191	59	12	11.32	11.3	11.44	11.50
197	60	10	11.34	11.0	11.25	11.15
203	63	11	12.10	11.9	11.88	11.97
204	64	12	11.96	11.7	11.86	12.20
206	65	10		10.05	10.62	10.40
212	68	10	10.61	10.45	10.73	10.70
221	69	10.5	10.17	10.2	10.27	10.16
232	71	11		11.6	11.81	11.71
	72[2]	9.0	8.18	8.7	8.61	8.84
	73[2]	9		8.85	9.05	8.98
242	80	11.5	12.38	12.0	12.07	12.40
245	82	11	11.80	11.45	11.82	11.80
247	85	14	12.62	12.5		12.93
248	86	9.5	10.15	10.45	10.36	10.28
250	89	11		13		12.63

Bei den Helligkeiten von Charlier ist zu berücksichtigen, daß die Lindemannsche Vermessung zugrunde liegt. Es müßten also auch hier die Helligkeitsdifferenzen

[1] 87 = Gault. 5.

[2] Die Sterne W 72 und W 73 wurden nur zur Ableitung der Konstanten für die erste Platte benutzt.

mit dem Faktor 1.09 multipliziert werden, um diese Werte auf das Potsdamer System zu beziehen. Auf den ersten Blick sieht man aber in der Tabelle, daß dieser Faktor für die schwachen Sterne nicht mehr gilt. Ich habe daher auch diese Reduktion gänzlich unterlassen. Die schwachen Größen in dieser Spalte beruhen bei Charlier auf Schätzungen.

Vergleichung der abgeleiteten Helligkeitsskala mit derjenigen von Dugan.

Schon bei der oberflächlichen Vergleichung des Duganschen und meines Helligkeitskataloges zeigt sich, daß bei mir schwächere Sterne vorkommen, als bei Dugan. Während bei Dugan die Größen nicht unter 15.4^{mg} herabreichen, sind bei mir noch Sterne unter 16^{mg} aufgeführt. Es könnte also den Anschein erwecken, als sei ich in der Messung der Durchmesser zu weit herunter gegangen; ich habe jedoch im Gegenteil solche Sterne vermieden, bei denen sich in der Mitte der dunkleren Scheibe ein zu kleines schwarzes Kernchen vorfand, welches, wenn es nicht gerade in dem Bild des Sternes sich gefunden hätte, als ein zufällig geschwärztes Silberpartikelchen angesehen worden wäre. Es muß daher die Dugansche Helligkeitskurve gegen die meinige zu steil abfallen. Es zeigen sich auch in der Duganschen Zusammenstellung [1] seine Helligkeiten durchweg größer als die von Gaultier, noch mehr aber als die von Pickering und Charlier, wenn man letztere nach der von Schwarzschild gegebenen Formel [2] auf das Potsdamer System reduziert. [3] Ich habe daher einige der Duganschen Sterne auf Platte B 634 mitgemessen. Folgende Tafel enthält die Resultate: die erste Spalte die Nummer nach Dugan, die zweite den von mir bestimmten Durchmesser. Da ich mit einer stärkeren Vergrößerung arbeitete, erscheinen die Zahlen für die Durchmesser durchweg größer. Die dritte Kolumne gibt die daraus abgeleitete Helligkeit, die vierte die Differenz der Bestimmungen in dem Sinne Schiller—Dugan.

Voraussetzung bei dieser ganzen Vergleichung ist, daß auf beiden Stellen der Platte dieselben Helligkeitskurven gelten. Beide Felder liegen aber auf der Platte so wenig voneinander entfernt und der Abstandsunterschied vom Plattenmittelpunkt ist so gering, daß man die gleichen Helligkeitskonstanten unbedenklich annehmen darf.

[1] l. c. pag. 39.

[2] Schwarzschild, Beiträge II, pg. 26. Es ist jedoch sehr fraglich, ob diese Formel bei diesen schwachen Sternen noch gilt.

[3] Die Abweichung der Duganschen Skala scheint dadurch entstanden zu sein, daß extrapolierte Punkte der provisorischen Kurve bei der Aufstellung der Bedingungsgleichungen für die Kurvenkonstanten benutzt wurden. Vergl. dort pg. 36 und 37 bei Platte B 288 den Punkt für 13.00^{mg}, bei B 634 die Punkte für 12.70^{mg} und 13.00^{mg}. Obgleich auf B 288 Sterne unter 12.7^{mg} bestimmt sind, wurde für die folgende Platte kein einziger Stern verwandt.

Nummer bei Dugan	Durchmesser	S	S−D	S−D'
1	0.555	14.11	+0.71	−0.06
3 [1]	0.254	15.52	+1.33	+0.37
4	0.816	13.07	+0.80	+0.29
11	0.767	13.26	+0.63	+0.03
14	0.160	16.02	+1.16	+0.05
17	0.513	14.29	+0.83	+0.04
26	0.196	15.82	+1.34	+0.32
39	0.698	13.52	+0.79	+0.17
44	0.508 [2]	14.31	+0.75	−0.06
53	0.465	14.50	+0.51	−0.40
57	0.440	14.61	+0.88	+0.03
62	0.377	14.90	+0.79	−0.14
64	0.757	13.29	+0.40	−0.26
76	0.542	14.16	+0.76	−0.01
—	—	—	—	—
100	0.645	13.73	+0.43	−0.32
194	0.627	13.80	+0.75	+0.06
215	0.434	14.64	+0.89	+0.04
230	0.537	14.18	+0.84	+0.08
272	0.163	16.00	+1.29	+0.22
—	—	—	—	—
222	0.194	15.83	+0.73	−0.43
223	0.140	16.13	+1.29	+0.19
246	0.342	15.07	+0.82	−0.14
247	0.413	14.73	+0.78	−0.12
254	0.164	16.00	+1.28	+0.21
256	0.174	15.94	+0.99	−0.14
260	1.027	12.34	+0.41	−0.03
262	0.655	13.69	+0.63	−0.06

[1] Ohne ausgeprägten Kern. [2] Wahrscheinlich zu groß.

Ich habe nun aus den Differenzen S—D eine lineare Beziehung abzuleiten versucht, und bin zur Transformationsformel gelangt:

$$m_{Sch} = m_{Dg} + 0.23\,(m_{Dg} - 10) - 0.01.$$

Mit dieser Gleichung habe ich eine Tafel gerechnet, um die Duganschen Größen auf das von mir angenommene System zu reduzieren:

D	S	D	S	D	S
11.00	11.22	12.60	13.19	14.20	15.16
1	34	7	31	3	28
2	47	8	43	4	40
3	59	9	56	5	53
4	71	13.0	68	6	65
5	83	1	80	7	77
6	96	2	93	8	89
7	12.08	3	14.05	9	16.02
8	20	4	17	15.0	14
9	33	5	29	1	26
12.0	45	6	42	2	39
1	57	7	54	3	51
2	70	8	66	4	63
3	82	9	79	5	16.75
4	94	14.0	91		
5	13.07	1	15.03		

Mit Hilfe dieser Tafel sind die im Duganschen Katalog enthaltenen Sterngrößen verwandelt worden. Es ergaben sich dann die oben in der fünften Spalte angeführten Differenzen gegen die von mir abgeleiten Helligkeiten.

Im folgenden sind die nach der angegebenen Formel umgewandelten Größen der Duganschen Sterne zusammengestellt. Die erste Kolumne enthält die Dugansche Nummer, die zweite die transformierte Größe.

Nr.	Gr.	Nr.	Gr.	Nr.	Gr.	Nr.	Gr.
1	14.17	46	13.98	91	13.23	136	14.98
2	15.87	47	15.61	92	12.53	137	15.81
3	15.15	48	15.87	93	16.09	138	14.03
4	12.78	49	14.37	94	16.37	139	15.88
5	15.20	50	15.16	95	15.14	140	12.31
6	15.61	51	14.90	96	13.00	141	15.42
7	14.98	52	14.72	97	12.93	142	15.03
8	16.25	53	14.90	98	15.61	143	14.71
9	16.47	54	14.19	99	14.42	144	15.28
10	14.62	55	14.81	100	14.61	145	15.05
11	13.23	56	16.30	101	16.04	146	16.37
12	13.89	57	14.58	102	13.60	147	14.87
13	12.74	58	16.20	103	16.43	148	15.91
14	15.97	59	15.51	104	14.90	149	13.89
15	14.80	60	14.17	105	12.50	150	16.07
16	15.38	61	14.36	106	15.17	151	14.66
17	14.25	62	15.04	107	14.46	152	15.61
18	12.52	63	15.96	108	16.25	153	15.27
19	15.81	64	13.55	109	14.21	154	15.46
20	15.72	65	14.90	110	16.57	155	12.00
21	15.96	66	15.58	111	14.47	156	14.73
22	15.32	67	14.35	112	16.10	157	16.08
23	16.01	68	15.84	113	14.15	158	12.40
24	14.80	69	14.61	114	15.91	159	16.25
25	16.09	70	15.05	115	15.01	160	13.75
26	15.50	71	13.76	116	15.52	161	13.61
27	16.08	72	15.88	117	14.71	162	14.83
28	15.40	73	16.43	118	14.07	163	15.71
29	14.90	74	14.71	119	15.49	164	15.49
30	16.01	75	13.99	120	12.39	165	14.80
31	15.90	76	14.17	121	14.44	166	15.39
32	15.42	77	14.17	122	14.28	167	13.61
33	14.91	78	16.00	123	14.89	168	15.77
34	13.18	79	14.64	124	16.09	169	13.67
35	14.10	80	13.84	125	16.38	170	16.12
36	16.44	81	13.44	126	15.51	171	16.37
37	16.16	82	12.78	127	13.23	172	11.91
38	16.12	83	13.38	128	15.48	173	16.20
39	13.35	84	12.99	129	12.10	174	12.45
40	14.15	85	13.51	130	15.81	175	16.26
41	14.91	86	14.17	131	16.45	176	14.86
42	15.52	87	12.45	132	15.29	177	15.82
43	16.09	88	15.78	133	16.35	178	15.23
44	14.37	89	13.18	134	16.47	179	16.12
45	15.51	90	15.67	135	13.26	180	15.10

Nr.	Gr.	Nr.	Gr.	Nr.	Gr.	Nr.	Gr.
181	15.39	226	14.52	271	14.40	316	14.56
182	15.42	227	15.15	272	15.78	317	13.91
183	15.57	228	14.67	273	16.38	318	16.39
184	15.96	229	16.03	274	14.61	319	13.62
185	12.44	230	14.10	275	14.89	320	15.35
186	15.51	231	14.60	276	14.96	321	15.85
187	15.32	232	15.26	277	15.73	322	16.16
188	13.98	233	16.43	278	12.68	323	15.65
189	15.03	234	12.38	279	12.33	324	15.22
190	14.05	235	15.66	280	15.96	325	15.03
191	16.02	236	14.01	281	14.16	326	15.39
192	15.79	237	15.83	282	14.84	327	14.90
193	15.27	238	14.91	283	14.90	328	13.08
194	13.74	239	13.98	284	12.86	329	16.21
195	12.86	240	14.18	285	13.67	330	14.00
196	15.75	241	15.35	286	16.12	331	14.40
197	16.03	242	15.63	287	16.37	332	15.82
198	15.16	243	12.18	288	14.26	333	12.69
199	14.52	244	16.18	289	16.00	334	15.81
200	16.01	245	14.11	290	14.07	335	13.07
201	16.21	246	15.21	291	13.76	336	15.85
202	16.35	247	14.85	292	14.55	337	12.78
203	15.58	248	16.24	293	15.15	338	14.53
204	15.38	249	14.98	294	12.01	339	13.70
205	15.89	250	12.58	295	12.01	340	15.49
206	12.87	251	13.76	296	13.44	341	15.77
207	15.26	252	13.42	297	16.15	342	14.66
208	15.02	253	13.29	298	15.75	343	13.91
209	13.92	254	15.79	299	15.81	344	14.62
210	12.92	255	15.05	300	16.10	345	15.01
211	15.40	256	16.08	301	13.17	346	13.12
212	15.46	257	15.42	302	13.81	347	15.18
213	13.84	258	12.31	303	13.45	348	15.71
214	14.36	259	14.83	304	14.34	349	15.52
215	14.60	260	12.37	305	15.89	350	14.25
216	15.04	261	13.41	306	15.81	351	15.52
217	12.86	262	13.75	307	12.16	352	14.17
218	15.66	263	14.67	308	15.35	353	14.98
219	12.38	264	13.27	309	14.91	354	13.25
220	16.04	565	15.78	310	14.85	355	13.33
221	13.06	266	14.68	311	13.44	356	16.63
222	16.26	267	16.01	312	16.49	357	15.71
223	15.94	268	15.79	313	15.26	358	14.54
224	15.22	269	14.90	314	15.58	359	15.45
225	15.75	270	13.92	315	16.43		

II. Die Bestimmung der Positionen.

Die Teilfehler der Skala des Meßapparats und die Anbringung der Korrektionen.

Zur Ausmessung für die Positionen diente die Platte B 634, auf welcher auch die Helligkeiten bestimmt waren; sie geschah mit dem Repsoldschen Meßapparat in vier um 90° verschiedenen Lagen. Dabei wurde nur die

dem Schlitten, auf dem sich das Mikroskop verschieben läßt, parallellaufende Millimeterteilung benutzt, während auf der dazu senkrechten Skale nur ein einziger Strich bei der Orientierung der Platte als Index diente. Obgleich die Teilfehler der ganzen Skale schon früher untersucht waren, so schien eine Neubestimmung doch geraten. Das Intervall erstreckte sich zwar nicht über die ganze Länge, sondern nur über einen Teil rechts und links von der Mitte, da die äußersten Gegenden einer Platte nur selten in Betracht kommen. Die Messung vollzog sich in der Weise, daß jedesmal in beiden Richtungen die Länge eines Intervalls bestimmt wurde, wobei immer derselbe Teil der Mikrometerschraube in Anwendung kam. Natürlich sind die Distanzen nur relativ zur Gesamtlänge des untersuchten Teils der Skale, da ein Vergleich mit einer Normalmillimeterteilung nicht stattfand. Die ganze Strecke wurde achtmal vollständig durchgemessen.

In der folgenden Tafel ist das Mittel aller Bestimmungen für jedes Intervall ausgedrückt in Revolutionen der Trommel enthalten. Die Einzelmessungen, welche nur in den seltensten Fällen um mehr als 0.ʳ005 voneinander abweichen, sind kaum von Interesse, zumal kein systematischer Unterschied zwischen den einzelnen Reihen besteht.

Intervall	Mittel		Intervall	Mittel	
mm	Rev.	Rev.	mm	Rev.	Rev.
70—71	3.0389	−0.0010	97—98	3.0378	+0.0001
71—72	375	+ 4	98—99	401	− 22
72—73	422	− 43	99—100	414	− 35
73—74	394	− 15	100—101	369	+ 10
74—75	382	− 3	101—102	439	− 60
75—76	344	+ 35	102—103	398	− 19
76—77	433	− 54	103—104	399	− 20
77—78	348	+ 31	104—105	431	− 52
78—79	400	− 21	105—106	372	+ 7
79—80	415	− 36	106—107	350	+ 29
80—81	378	+ 1	107—108	395	− 16
81—82	393	− 14	108—109	399	− 20
82—83	385	− 6	109—110	395	− 16
83—84	409	− 30	110—111	377	+ 2
84—85	356	+ 23	111—112	384	− 5
85—86	424	− 45	112—113	361	+ 18
86—87	327	+ 52	113—114	419	− 40
87—88	398	− 19	114—115	441	− 62
88—89	3.0360	+ 19	115—116	382	− 3
89—90	2.9355	+ 1024	116—117	371	+ 8
90—91	3.0351	+ 28	117—118	394	− 15
91—92	388	− 9	118—119	404	− 25
92—93	362	+ 17	119—120	386	− 7
93—94	368	+ 11	120—121	426	− 47
94—95	405	− 26	121—122	383	− 4
95—96	384	− 5	122—123	412	− 33
96—97	405	− 26	123—124	397	− 18

Intervall	Mittel		Intervall	Mittel	
mm	Rev.	Rev.	mm	Rev.	Rev.
124—125	3.0396	−0.0017	143—144	3.0348	+0.0031
125—126	350	+ 29	144—145	426	− 47
126—127	413	− 34	145—146	360	+ 19
127—128	389	− 10	146—147	370	+ 9
128—129	413	− 34	147—148	417	− 38
129—130	319	+ 60	148—149	471	− 92
130—131	454	− 75	149—150	423	− 44
131—132	354	+ 25	150—151	318	+ 61
132—133	428	− 49	151—152	382	− 3
133—134	325	+ 54	152—153	378	+ 1
134—135	378	+ 1	153—154	358	+ 21
135—136	375	+ 4	154—155	413	− 34
136—137	394	− 15	155—156	360	+ 19
137—138	358	+ 21	156—157	418	− 39
138—139	421	− 42	157—158	396	− 17
139—140	468	− 89	158—159	434	− 55
140—141	414	− 35	159—160	368	+ 11
141—142	364	+ 15	160—161	439	− 60
142—143	370	+ 09			

Das arithmetische Mittel aller Intervalle gibt den Wert eines mittleren Skalenteils in Revolutionen der Schraube:

$$1^{mm} = 3.0379^{Rev.} \quad \text{oder} \quad 1^{mm} = 0.32918^{Rev.}$$

Zur Verwandlung von Revolutionen in Skalenmillimeter sowohl, als auch für die Teilfehler, wurden Tabellen gerechnet. Bei der Teilfehlertabelle empfiehlt es sich, diese nicht in Millimetern, sondern in Revolutionen auszudrücken und so anzuordnen, daß mit der Nummer des Striches als Argument unmittelbar seine Korrektion gegen einen beliebigen Ausgangspunkt entnommen wird.

Bezeichnet man

mit a den Abstand des Sternes vom nächstkleineren Teilstrich n;

mit b den Teilfehler von n;

mit c die Korrektion der Schraube, welche übrigens wegen ihres geringen Betrages bei unserem Instrument kaum zu berücksichtigen ist,

so ist der Abstand des Sternes gegen den Ausgangspunkt der Zählung

$$n^{mm} + (a + b + c)^{Rev.}.$$

Verwandelt man die zweite Summe in Millimeter, so hat man damit sofort die Dezimalen dieses Abstands.

Das Ausmessen geschah nun in folgender Weise: Zunächst wurde der Stern in einen bestimmten Abstand unter den Horizontalfaden gebracht, der für alle Sterne nahezu gleich war, um die Neigung des Vertikalfadens zu eliminieren. Alsdann wurde mit dem einfachen Faden

der Stern eingestellt, der Mikroskopträger abgehoben, so daß die Skale sichtbar wurde, und der Teilstrich zwischen die Doppelfäden gebracht. Darauf wurde der Stern nochmals wie vorher eingestellt. Alle Einstellungen wurden mehrfach gemacht und zum Mittel vereinigt. Um Ungleichheiten im toten Gange möglichst zu vermeiden, wurde der Faden stets so an das Objekt herangeführt, daß die Schraube nach rechts gedreht und die Schraubenfeder gespannt wurde. Durch Wiederholung der Messungen nach Drehen der Platte um 180° wurden die systematischen Einstellungsfehler eliminiert. Aus der Übereinstimmung in beiden Lagen läßt sich nur genähert auf die Genauigkeit der Messung schließen, da die Drehung des Kreises wegen der Exzentrizität nicht genau um 180° erfolgt.

Die Reduktionsmethode.

Die Berechnung der Positionen wurde nach dem Turnerschen Ansatz ausgeführt. Schon Dugan hat in seiner Arbeit durch die Durchrechnung eines Beispiels gezeigt, daß diese Methode keineswegs hinter den anderen zurücksteht. Nicht nur ist die Annahme der gleichmäßigen Verteilung der Fehler über die Platte eine sehr plausible, da außer den berechenbaren Einflüssen auch noch unberechenbare, wie Verzerrung der Schicht usw. hinzutreten; vielmehr halte ich es für durchaus zulässig, bei langen Expositionen den Einfluß der Refraktion mit in diese Korrektion hineinzuziehen. Ich halte es geradezu für unmöglich, bei einer Aufnahme von 5 Std. noch eine Annahme über den Einfluß der Refraktion zu machen, da für beide Koordinaten ihre Änderung keinesweg auch nur angenähert proportional mit der Zeit fortschreitet. Auch die Änderung in der normalen Durchbiegung, die ähnlich wie die Refraktion von der Zenitdistanz abhängt, läßt sich bei Daueraufnahmen kaum in Rechnung bringen.

Die Ableitung der Plattenkonstanten.

Zur Ermittlung der sechs Plattenkonstanten dienten neun Sterne, deren Örter aus dem Plejadenkatalog von Lagrula entnommen wurden:

Nummer	$\Delta\alpha$ (1873.0)	Δp	Δv	μ	$\Delta\delta$ (1873.0)	Δp	Δv	ν
W 11	$-3^m45^s.860$	$+0^s.00027$	$+0^s.00043$	$-0^s.34$	$+15'36''.00$	$+0''.2685$	$+0''.0047$	$-3''.7$
12	−3 45.49	− 1604	+ 01		−27 55.9	+ 2681	+ 067	
22	−3 28.93	− 444	+ 28		+ 1 57.4	+ 2483	+ 050	
23	−3 28.92	− 569	+ 13		−13 52.4	+ 2483	+ 057	
39	−3 13.75	− 506	+ 24		− 0 41.8	+ 2303	+ 047	
47	−3 5.020	− 412	+ 24	−0.028	+ 1 10.87	+ 2200	+ 044	−1.70
51	−3 3.619	+ 184	+ 39	−0.20	+16 55.43	+ 2183	+ 037	−5.3
65	−2 38.58	− 1570	− 11		−31 23.3	+ 1886	+ 053	
86	−2 9.28	− 1642	+ 20		+ 4 5.6	+ 1539	+ 030	

Sämtliche Messungen wurden auf den Zentralstern 152 bezogen, dessen genäherte Koordinaten vorher bestimmt waren:

$$\Delta\alpha_{1900.0} \; -3^m 5^s.423 \qquad \Delta\delta_{1900.0} \; -12' 4''.93.$$

Daraus ergeben sich für 1900.0 mit Berücksichtigung der Eigenbewegungen bis zur Zeit der Aufnahme (1902.98)

bezogen auf Alkyone:

	$\Delta\alpha$	$\Delta\delta$
W 11	$-3^m45^s.953$	$+15'42''.16$
12	−3 45.923	−27 48.64
22	−3 29.049	+ 2 4.12
23	−3 29.283 [1]	−13 45.68
39	−3 13.886	− 0 35.57
47	−3 5.139	+ 1 16.32
51	−3 3.628	+16 59.69
65	−2 39.004	−31 18.19
86	−2 9.723	+ 4 9.77

bezogen auf Nr. 152:

$\alpha-\alpha_0$	$\delta-\delta_0$	X	Y
$-40^s.530$	$+27'47''.09$	$-555''.15$	+1667.46
−40.500	−15 43.71	−557.82	− 943.49
−23.626	+14 9.05	−324.17	+ 849.16
−23.860	− 1 40.75	−327.97	− 100.64
− 8.463	+11 29.36	−116.16	+ 689.37
+ 0.284	+13 21.25	+ 3.89	+ 801.25
+ 1.795	+29 4.62	+ 24.58	+1744.66
+26.419	−19 13.26	+362.66	−1153.13
+55.700	+16 14.70	—	+ 975.33

Aus den Messungen dieser Sterne und ihrer Idealkoordinaten X und Y entstanden die Bedingungsgleichungen:

$$
\begin{aligned}
-5.6000\,a &+16.2970\,b + c = -555.15 \\
-5.3646\,a &- \;\;9.3122\,b + c = -557.82 \\
-3.2584\,a &+ \;\;8.2966\,b + c = -324.17 \\
-3.2046\,a &- \;\;1.0288\,b + c = -327.97 \\
-1.2102\,a &+ \;\;6.7478\,b + c = -116.16 \\
-0.0538\,a &+ \;\;7.8560\,b + c = +\;\;\;3.89 \\
+0.0560\,a &+17.1113\,b + c = +\;\;24.58 \\
+3.6908\,a &-11.2516\,b + c = +362.66
\end{aligned}
$$

— — — —

[1] Die Position dieses Sternes ist wegen E. B. verbessert nach dem im Catalogue de Paris (Anhaltstern) angeführten Ort.

$$-5.6000\,d + 16.2970\,e + f = +1667.46$$
$$-5.3646\,d - 9.3122\,e + f = -943.49$$
$$-3.2584\,d + 8.2966\,e + f = +849.16$$
$$-3.2046\,d - 1.0288\,e + f = -100.64$$
$$-1.2102\,d + 6.7478\,e + f = +689.37$$
$$-0.0538\,d + 7.8560\,e + f = +801.25$$
$$+0.0560\,d + 17.1113\,e + f = +1744.66$$
$$+3.6908\,d - 11.2516\,e + f = -1153.13$$
$$+7.4702\,d + 9.6410\,e + f = +975.33$$

Aus den Gleichungen wurden folgende Werte bestimmt:

$a = +102.0506$ $\qquad$ $d = +1.1814$
$b = -1.1086$ $\qquad$ $e = +101.9757$
$c = +0.420$ $\qquad$ $f = -0.244$

und die übrigbleibenden Fehler waren:

	in α	in δ
W 11	$-1.''31$	$+0.''81$
12	+0.48	−0.03
22	−0.41	+0.51
23	+0.62	−0.72
39	+0.28	−0.05
47	+1.09	−0.31
51	+0.32	−0.15
65	−1.06	+1.22
86		−1.25

Daraus ergibt sich der wahrscheinliche Fehler:

einer x-Koordinate zu $\pm 0.''57$
und einer y-Koordinate zu $\pm 0.''51$.

Wegen der Unsicherheit in Rektaszension mußte für W 86 eine Gleichung weggelassen werden. Auch die Sicherheit der übrigen Positionen der Anhaltsterne läßt viel zu wünschen übrig. Nur die Unzuverlässigkeit in den Positionen ist die Ursache für die Größe der übrigbleibenden Fehler, da die Übereinstimmung der Messungen ausgezeichnet ist. Das gleiche zeigte sich bei der Duganschen Vermessung.[1]

Wie aus dem vorhergehenden schon ersichtlich, ist die ganze Rechnung so angelegt, daß man bei der Umwandlung der gemessenen Millimeter unmittelbar alle Größen in Bogensekunden erhält. Dies halte ich für einen Vorteil vor dem Verfahren der Auswertung in Teilen des Radius. Nicht nur hat man weniger Dezimalen hinter dem Komma, sondern man hat während der Rechnung leichter eine Übersicht über die Fehler, welche durch Vernachlässigung irgendwelcher Größen entstehen.

Die Ableitung der Ideal- und sphärischen Koordinaten.

Durch Multiplikation der gemessenen Koordinaten mit dem Skalenwert und durch Anbringen der Neigungs- und Nullpunktskorrektion entstehen die Idealkoordinaten X und Y für jeden Stern nach der Formel:

$$a x + b y + c = X$$
$$d x + e y + f = Y$$

worin die x und y die in Millimetern ausgedrückten Abstände vom Hauptstern bedeuten.

[1] l. c. pg. 45.

Die Umwandlung der Idealkoordinaten in Rektaszension und Deklination geschah mit Hilfe der Reihenentwicklung auf dem von Jacoby[1] angegebenen Wege. Bezeichnet man mit:

$$x' = (\alpha - \alpha_0) \cos \delta \qquad \text{und} \qquad y' = \delta - \delta_0$$

worin α_0 und δ_0 die Koordinaten des Zentralsterns, α und δ diejenigen des zu bestimmenden Sternes sind, so lauten die Reihen zur Umwandlung:

$$
\begin{aligned}
x' = X &+ J_1 X Y & J_1 &= \operatorname{tg} \delta_0 \sin 1'' \\
&+ J_2 X Y^2 & J_2 &= \operatorname{tg}^2 \delta_0 \sin^2 1'' \\
&+ J_3 X^3 & J_3 &= -\tfrac{1}{3}(1 + \operatorname{tg}^2 \delta_0) \sin^2 1'' \\
&+ J_4 X^3 Y & J_4 &= -(\operatorname{tg} \delta_0 + \operatorname{tg}^3 \delta_0) \sin^3 1'' \\
&+ J_5 X Y^3 & J_5 &= \operatorname{tg}^3 \delta_0 \sin^3 1'' \\
&+ J_6 X^3 Y^2 & J_6 &= -2(\operatorname{tg}^2 \delta_0 + \operatorname{tg}^4 \delta_0) \sin^4 1'' \\
&+ J_7 X^5 & J_7 &= (\tfrac{1}{5} + \tfrac{2}{5} \operatorname{tg}^2 \delta_0 + \tfrac{1}{5} \operatorname{tg}^4 \delta_0) \sin^4 1'' \\
&+ J_8 X Y^4 & J_8 &= \operatorname{tg}^4 \delta_0 \sin^4 1''
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
y' = Y &+ K_1 X^2 & K_1 &= -\tfrac{1}{2} \operatorname{tg} \delta_0 \sin 1'' \\
&+ K_2 X^2 Y & K_2 &= -\tfrac{1}{2}(1 + \operatorname{tg}^2 \delta_0) \sin^2 1'' \\
&+ K_3 Y^3 & K_3 &= -\tfrac{1}{3} \sin^2 1'' \\
&+ K_4 X^2 Y^2 & K_4 &= -\tfrac{1}{2} \operatorname{tg}^3 \delta_0 \sin^3 1'' \\
&+ K_5 X^4 & K_5 &= (\tfrac{3}{8} \operatorname{tg} \delta_0 + \tfrac{1}{8} \operatorname{tg}^3 \delta_0) \sin^3 1'' \\
&+ K_6 X^4 Y & K_6 &= (\tfrac{3}{8} + \tfrac{3}{4} \operatorname{tg}^2 \delta_0 + \tfrac{3}{8} \operatorname{tg}^4 \delta_0) \sin^4 1'' \\
&+ K_7 X^2 Y^3 & K_7 &= \tfrac{1}{2}(1 - \operatorname{tg}^4 \delta_0) \sin^4 1''
\end{aligned}
$$

Für die Logarithmen der Koeffizienten sind von Jacoby Tafeln gegeben. Für die Deklination des Zentralsterns ($+23° 35' 41''$) haben erstere die folgenden Werte:

$\log J_1 = 4.325837 - 10$ $\qquad$ $\log K_1 = 4.024807_n - 10$
$\log J_2 = 8.651 - 20$ $\qquad$ $\log K_2 = 9.146_n - 20$
$\log J_3 = 8.9690_n - 20$ $\qquad$ $\log K_3 = 8.894_n - 20$
$\log J_4 = 3.77_n - 20$ $\qquad$ $\log K_4 =$ —

Im folgenden ist das Verzeichnis der gemessenen Sterne, geordnet nach wachsender Rektaszension, gegeben. Die erste Vertikalreihe enthält die fortlaufenden Nummern, die zweite bei den im Katalog von C. Wolf enthaltenen Sternen die dort angegebene Zahl. In der dritten Kolumne steht die Helligkeit, das Mittel aus allen Bestimmungen. Alsdann folgen die Koordinaten zuerst in Millimetern, darauf die Idealkoordinaten in Bogensekunden, beide bezogen auf den Zentralstern 152. Die letzten beiden Spalten geben die mittleren Örter der Sterne für das Äquinoktium 1900.0 an.

[1] Tables for the reduction of astronomical photographs. Contrib. Obs. Columbia Coll. No. 23.

K. Schiller, Plejadengegend.

1900,0

● 8. Gr.
● 9. "
● 10. "
• 11. Gr.
• 12. "
• 13. "
· 14. Gr.
· 15. "
· 16. "

Lith. Anst. v. Wilh. Hawerbier, Heidelberg.

Nummer	C. Wolf	Größe	Gemessene rechtwinklige Koordinaten x	y	X	Y	AR 1900.0	δ 1900.0
			mm	mm				
1		14.45	−9.6668	− 4.0992	−991″.47	− 406″.84	$3^h 37^m 14^s.81$	+23° 28′ 53″.1
2		14.72	9.6870	+ 2.8710	985.80	+ 303.97	15.12	23 40 43.9
3		13.42	9.6732	+15.7978	970.06	+1622.18	16.07	24 2 42.0
4		15.34	9.4839	+ 3.3520	964.54	+ 352.79	16.66	23 41 32.7
5		13.23	9.4348	+ 0.6090	962.57	+ 73.01	16.84	23 36 52.9
6	1	10.34	9.3220	−10.9662	963.90	−1107.52	16.92	23 17 12.4
7		12.51	9.4768	+ 9.1412	957.40	+ 943.14	17.09	23 51 23.1
8		15.67	9.4690	+16.6568	948.26	+1709.54	17.64	24 4 9.4
9		15.94	9.3068	+12.9314	935.85	+1329.51	18.61	23 57 49.4
10		14.52	9.2414	+ 6.4376	936.38	+ 667.16	18.66	23 46 47.1
11	2	10.57	9.0940	− 6.7857	935.99	− 681.48	18.89	23 24 18.5
12	3	11.99	8.8878	−11.6667	920.34	−1179.46	20.09	23 16 0.6
13		15.02	8.8683	− 7.5654	913.81	− 761.25	20.51	23 22 58.8
14		12.56	8.7587	−12.4018	908.00	−1254.57	21.00	23 14 45.5
15		13.26	8.7352	+11.9021	878.66	+1223.80	22.79	23 56 3.9
16		11.60	8.7863	+17.6372	877.51	+1808.70	22.80	24 5 48.7
17		13.12	8.4856	− 1.9358	868.53	− 187.63	23.72	23 32 32.5
18		14.22	8.5966	+13.9255	862.27	+1429.96	23.96	23 59 30.0
19		14.71	8.4104	− 2.3003	861.26	− 224.89	24.26	23 31 55.2
20		16.02	8.3953	− 0.1872	857.37	− 73.66	24.52	23 34 26.5
21		13.13	8.1974	−11.2564	849.45	−1138.44	25.24	23 16 41.7
22		15.59	8.3170	+ 3.5850	845.20	+ 375.17	25.34	23 41 55.3
23		12.78	8.2708	+ 4.0930	839.92	+ 426.91	25.72	23 42 47.1
24		14.38	8.2826	+15.9846	827.94	+1639.58	26.44	24 2 59.7
25		15.90	7.7306	−12.9232	803.65	−1308.96	28.58	23 13 51.3
26		13.33	7.6224	− 8.5526	787.77	− 863.39	29.68	23 21 16.9
27		14.92	7.8020	+17.3881	777.34	+1782.14	30.12	24 5 59.5
28		14.40	7.3941	+ 2.1428	752.62	+ 227.90	32.10	23 39 28.2
29		14.50	7.3988	+ 3.6430	751.44	+ 379.99	32.17	23 42 0.3
30		14.74	7.1425	−17.0132	748.18	−1726.74	32.66	23 6 53.6
31		13.49	7.1020	− 5.6586	731.45	− 568.90	33.73	23 26 11.4
32		14.09	7.0074	− 5.5074	721.64	− 553.59	34.44	23 26 26.8
33		13.73	7.0223	+ 1.0392	715.92	+ 114.02	34.78	23 37 34.4
34		15.26	6.9119	− 8.8970	715.65	− 899.36	34.92	23 20 41.0
35		13.84	7.0534	+ 7.9602	711.39	+ 819.84	35.04	23 49 20.2
36		15.64	6.8025	− 8.1710	703.68	− 825.45	35.78	23 21 54.9
37		14.59	6.6851	− 7.5391	690.99	− 761.25	36.70	23 22 59.2
38	6	10.54	6.6570	− 8.4465	689.13	− 853.82	36.84	23 21 26.6
39		15.63	6.7893	+11.6458	680.36	+1195.36	37.26	23 55 34.8
40		13.42	6.6180	+ 5.2500	669.98	+ 542.85	38.09	23 44 43.3
41		15.01	6.4328	− 2.8556	660.05	− 283.94	38.89	23 30 56.5
42	7	11.16	6.3932	− 5.3454	658.76	− 537.89	39.01	23 26 42.6
43		14.77	6.5190	+11.6614	652.76	+1196.53	39.27	23 55 37.0
44		14.35	6.2816	− 4.1030	646.01	− 411.32	39.93	23 28 49.1
45		14.40	6.4514	+16.9546	639.99	+1736.23	40.15	24 4 36.6
46		14.59	6.3848	+11.2480	639.52	+1154.32	40.19	23 54 54.8
47		14.86	6.1590	− 3.7914	633.15	− 379.69	40.86	23 29 20.8
48		13.42	6.3204	+14.3399	629.52	+1469.43	40.94	24 0 9.9
49		13.61	6.0395	−14.3666	632.68	−1458.16	41.00	23 11 22.4
50		14.86	6.0292	− 3.6425	619.73	− 364.56	41.83	23 29 35.9
51		14.68	5.9050	−16.2000	620.09	−1645.33	41.86	23 8 15.2
52		15.22	6.0368	− 1.1644	617.77	− 111.85	41.95	23 33 48.6
53		15.85	6.1780	+15.4210	613.79	+1579.52	42.08	24 2 0.0
54	9	10.34	5.8026	−13.3068	607.33	−1350.36	42.82	23 13 10.2
55		15.95	5.7640	−14.1550	604.33	−1436.91	43.05	23 11 43.6
56		13.24	−5.5776	− 4.3699	−574.47	− 439.37	3 37 45.13	+23 28 21.2

Nummer	C. Wolf	Größe	Gemessene rechtwinklige Koordinaten		X	Y	AR 1900.0	δ 1900.0
			x	y				
			mm	mm				
57		14.51	−5.5618	+ 4.0132	−563″.60	+ 415″.57	$3^h 37^m 45^s.85$	+23° 42′ 36″.1
58	12	8.06	5.3646	− 9.3122	558.20	− 943.52	46.36	23 19 57.1
59	11	8.27	5.6000	+16.2970	553.83	+1668.28	46.45	24 3 28.8
60		13.70	5.4700	+12.8680	544.37	+1318.44	47.17	23 57 39.0
61	13	9.20	5.1489	−11.1925	538.28	−1135.53	47.82	23 16 45.1
62		14.82	4.9440	−12.2042	518.59	−1248.11	49.26	23 14 52.5
63		15.23	5.0251	− 3.2252	516.81	− 323.19	49.31	23 30 17.4
64		14.64	5.1828	+16.3114	511.25	+1669.24	49.56	24 5 29.8
65		14.84	4.8070	− 8.0819	499.94	− 818.72	50.58	23 22 1.9
66		14.40	4.7706	− 7.3932	495.45	− 748.54	50.90	23 23 12.1
67		13.99	4.6479	− 8.3963	484.04	− 850.96	51.73	23 21 29.7
68	14	10.93	4.7381	+ 4.4406	479.03	+ 458.18	52.00	23 43 18.8
69		13.73	4.8586	+17.6135	476.71	+1801.65	52.07	24 5 42.2
70		14.51	4.6180	+ 7.5730	463.30	+ 777.48	53.12	23 48 38.2
71		14.35	4.3411	−13.1743	458.03	−1338.57	53.66	23 13 22.1
72	15	11.10	4.5166	+11.8223	448.24	+1210.68	54.19	23 55 51.4
73		13.93	4.3414	− 4.1318	448.04	− 416.45	54.32	23 28 44.2
74		15.47	4.2076	− 0.6564	430.54	− 62.21	55.56	23 34 38.5
75		13.31	3.9705	−12.4538	419.42	−1265.54	56.45	23 14 35.2
76		14.53	4.1486	+ 9.9274	412.78	+1017.00	56.79	23 52 37.7
77		10.67	3.8006	−10.3323	409.70	−1067.18	57.20	23 2 53.6
78		14.29	4.1312	+17.1172	403.03	+1750.17	57.45	24 4 50.9
79		13.87	3.7896	−12.5548	401.07	−1276.05	57.79	23 14 24.7
80		14.25	3.9297	+ 4.2041	396.79	+ 433.12	57.99	23 42 53.8
81	17	12.37	3.7769	− 7.6104	394.28	− 771.86	58.25	23 22 48.9
82		15.91	3.8604	+ 6.1780	387.53	+ 634.33	58.65	23 46 15.1
83		16.00	3.9502	+16.1634	385.62	+1652.69	58.73	24 3 13.4
84	16	14.43	3.9663	+18.1440	385.06	+1854.69	58.76	24 6 35.4
85		10.64	3.8794	+11.8919	383.14	+1217.02	58.94	23 55 57.8
86		14.36	3.7470	+ 3.5924	378.82	+ 370.52	59.30	23 41 51.3
87		12.25	3.6424	− 5.6453	378.39	− 571.63	59.39	23 26 9.1
88		12.92	3.6021	− 7.1764	375.97	− 727.81	59.57	23 23 32.9
89		14.86	3.7594	+14.0170	368.53	+1433.59	59.99	23 59 34.3
90		14.75	3.4823	− 7.9550	364.61	− 807.34	3 38 0.40	23 22 13.4
91		13.47	3.5828	+13.1633	351.46	+1346.32	1.24	23 58 7.1
92		13.75	3.2492	− 9.3266	342.34	− 947.49	2.03	23 19 53.3
93	21	13.05	3.4563	+11.7070	340.16	+1197.67	2.07	23 55 38.4
94		14.29	3.3542	+ 5.9778	336.09	+ 613.31	2.40	23 45 54.1
95		14.28	3.1637	−11.7926	336.35	−1199.07	2.48	23 15 41.7
96		13.56	3.4025	+14.4749	331.60	+1479.86	2.68	24 0 20.6
97	23	9.49	3.2046	− 1.0288	328.59	− 101.38	2.98	23 33 59.4
98	22	10.82	3.2584	+ 8.2966	323.74	+ 849.66	3.29	23 49 50.4
99		15.63	3.2149	+13.7841	313.22	+1409.19	4.03	23 59 10.0
100		13.48	2.9918	− 8.0492	314.65	− 817.53	4.03	23 22 3.3
101	24	11.40	3.1628	+10.2479	311.82	+1048.52	4.16	23 53 9.3
102	26	10.64	2.7274	−12.9781	293.14	−1320.47	5.62	23 13 40.4
103		14.63	2.7934	− 0.0292	285.52	+ 0.08	6.11	23 35 40.9
104		13.32	2.7539	+ 2.7300	278.44	+ 791.28	6.59	23 48 52.1
105	27	12.15	2.7882	+11.7276	271.96	+1198.97	7.05	23 55 39.8
106	29	12.21	2.5440	−11.0263	272.26	−1121.66	7.12	23 16 59.2
107	30	12.33	2.6944	+ 9.7571	264.58	+ 997.92	7.60	23 52 18.7
108		13.30	2.5753	+ 5.7023	256.91	+ 584.30	8.17	23 45 25.1
109	28	11.32	2.6328	+12.8420	254.86	+1312.44	8.29	23 57 33.3
110		13.81	2.2934	−16.1344	252.34	−1642.85	8.59	23 8 18.0
111		13.17	2.6326	+17.0844	250.14	+1745.06	8.62	24 4 45.8
112		14.87	−2.5728	+13.3075	−248.23	+1359.84	3 38 8.77	+23 58 20.6

Nummer	C.Wolf	Größe	Gemessene rechtwinklige Koordinaten		X	Y	AR 1900.0	δ 1900.0
			x	y				
			mm	mm				
113		12.82	−2.5252	+15.2293	−241″.24	+1555″.75	3h 38m 9s.28	+24° 1′ 36″.6
114		12.85	2.4612	+14.9803	234.98	+1530.28	9.73	24 1 11.1
115		15.31	2.2724	+ 1.4880	230.67	+ 154.18	10.10	23 38 15.0
116		13.57	2.3401	+ 9.3186	228.90	+ 952.80	10.19	23 51 33.6
117		14.24	1.9514	+ 1.0054	198.44	+ 104.59	12.44	23 37 25.4
118		14.54	1.7379	−12.0132	191.08	−1223.24	13.02	23 15 17.6
119		13.51	1.7802	− 4.6744	187.27	− 474.82	13.27	23 27 46.0
120		14.83	1.9706	+13.8266	186.19	+1412.05	13.30	23 59 12.9
121	32	9.92	1.9313	+11.8252	184.40	+1207.92	13.44	23 55 48.8
122		15.48	1.7475	+ 4.0675	174.24	+ 416.61	14.20	23 42 37.5
123		13.60	1.6836	+ 7.3936	164.04	+ 755.72	14.93	23 48 16.6
124		15.88	1.6779	+ 7.8250	162.97	+ 799.70	15.01	23 49 0.6
125		14.92	1.4012	−15.8314	160.96	−1613.01	15.21	23 8 47.9
126		15.95	1.4744	− 1.8859	152.96	− 190.82	15.76	23 32 30.1
127		14.85	1.2463	−19.3296	149.04	−1969.92	16.08	23 2 51.0
128	37	10.16	1.5990	+17.3863	144.38	+1774.63	16.34	24 5 15.5
129		14.78	1.5941	+17.7255	143.44	+1809.21	16.41	24 5 50.0
130		11.29	1.1888	−18.7530	142.53	−1911.18	16.55	23 3 49.8
131	36, 38	10.42	1.3984	+ 4.2460	138.42	+ 434.39	16.80	23 42 55.3
132		14.24	1.4417	+13.3206	132.79	+1359.83	17.19	23 58 20.7
133		15.91	1.2408	− 2.0038	129.27	− 203.11	17.48	23 32 17.8
134	39	10.36	1.2102	+ 6.7478	116.44	+ 689.30	18.40	23 47 10.2
135		14.57	1.1476	+ 2.0564	115.25	+ 210.82	18.49	23 39 11.7
136		14.60	1.1451	+ 5.0530	111.68	+ 516.39	18.75	23 44 17.3
137		15.84	1.2334	+13.6584	111.14	+1394.04	18.77	23 58 54.9
138		15.62	1.0436	+ 1.4550	105.31	+ 149.36	19.22	23 38 10.2
139	41	10.28	1.0612	+12.7676	94.56	+1302.99	19.99	23 57 23.9
140		15.65	0.8454	− 7.0026	94.45	− 713.34	20.02	23 23 47.6
141		12.30	0.4140	−18.9557	63.69	−1932.78	22.27	23 3 28.2
142		15.10	0.5792	+ 0.1266	59.39	+ 13.34	22.57	23 35 54.2
143		14.62	0.4766	− 7.3881	57.25	− 753.09	22.72	23 23 7.8
144	44	11.59	0.6658	+12.3516	54.72	+1260.10	22.90	23 56 41.0
145		15.51	0.1780	−16.4831	36.87	−1680.91	24.21	23 7 40.0
146		14.35	0.1433	−17.0521	33.95	−1738.97	24.42	23 6 42.0
147		15.33	0.3090	+ 8.1898	22.87	+ 835.29	25.22	23 49 36.2
148	46	13.02	0.2073	+ 2.1315	19.22	+ 217.37	25.48	23 39 18.3
149		13.85	0.2000	+ 1.6147	10.05	+ 164.65	25.50	23 38 25.6
150		12.90	0.0316	−13.8850	19.03	−1416.14	25.50	23 12 4.8
151		15.76	0.3097	+13.2245	17.37	+1348.70	25.61	23 58 9.6
152		13.55	0.0000	0.0000	0.42	− 0.24	26.85	23 35 40.7
153		13.72	0.0600	+ 5.5780	− 0.35	+ 568.65	26.85	23 45 9.6
154	47	9.10	−0.0538	+ 7.8560	+ 2.80	+ 800.94	27.09	23 49 1.8
155		13.71	+0.1864	−10.5536	6.00	−1076.67	27.38	23 17 44.2
156	48	12.51	−0.2147	+18.1791	7.01	+1853.44	27.39	24 6 34.3
157		14.46	+0.0861	+ 8.5144	17.80	+ 867.92	28.18	23 50 8.8
158		14.62	0.2298	− 4.1648	18.42	− 425.22	28.21	23 28 35.7
159	50	11.17	0.3004	− 8.5436	20.77	− 871.83	28.39	23 21 9.1
160	51	8.36	0.0560	+17.1278	24.28	+1746.31	28.65	24 4 47.2
161		16.06	0.2005	+10.9900	32.22	+1120.23	29.23	23 54 21.1
162		15.95	0.2289	+16.0474	40.73	+1635.92	29.85	24 2 56.8
163		15.79	0.3407	+ 8.5677	43.84	+ 873.05	30.07	23 50 13.9
164		13.41	0.3158	+10.9301	43.92	+1113.99	30.08	23 54 14.9
165		14.19	0.3869	+10.1668	50.34	+1036.06	30.55	23 52 57.0
166		14.42	0.6654	−10.5034	55.84	−1072.11	30.93	23 17 48.8
167		13.37	+0.5332	+ 9.2386	+64.23	+ 941.18	3 38 31.56	+23 51 22.1

Nummer	C.Wolf	Größe	Gemessene rechtwinklige Koordinaten		X	Y	AR 1900.0	δ 1900.0
			x	y				
			mm	mm				
168		15.78	+0.6858	+18.1890	+ 89.74	+1853.78	3h 38m 33.43s	+24° 0′ 34.7″
169		15.38	1.0002	+ 2.2871	104.19	+ 231.80	34.46	23 39 32.7
170		14.18	1.2629	−18.7362	107.69	−1912.37	34.68	23 3 48.6
171		13.34	1.2940	−18.6838	110.91	−1907.07	34.92	23 3 53.9
172		13.73	1.1052	+ 0.6044	113.03	+ 60.08	35.10	23 36 41.0
173		15.37	1.1682	− 2.6927	115.82	− 276.21	35.30	23 31 4.7
174		14.75	1.0463	+10.8708	118.41	+1107.08	35.51	23 54 8.0
175		14.62	1.2788	− 1.2096	128.74	− 125.10	36.24	23 33 35.8
176		14.52	1.2731	+11.7507	142.53	+1196.54	37.27	23 55 37.4
177		15.47	1.6302	−18.3022	145.65	−1868.55	37.43	23 4 32.4
178		13.78	1.3317	+10.6436	147.28	+1083.56	37.62	23 53 44.4
179		14.76	1.2760	+16.8062	148.44	+1712.07	37.72	24 4 12.9
180	54	12.50	1.6439	− 7.7854	158.72	− 796.11	38.40	23 22 24.8
181	53	12.07	1.6004	+ 5.3825	168.86	+ 546.75	39.17	23 44 47.6
182	55	12.79	1.7350	− 6.5810	169.35	− 673.40	39.18	23 24 27.5
183		14.56	1.6468	+ 3.2544	171.25	+ 329.67	39.34	23 41 10.5
184		15.57	1.6378	+ 9.4258	177.17	+ 959.03	39.79	23 51 39.9
185		13.42	1.6100	+14.4382	179.89	+1470.20	40.00	24 0 11.0
186		13.48	2.1440	−16.0286	200.61	−1637.30	41.42	23 8 23.6
187		15.43	1.6923	+14.2153	188.04	+1447.37	41.52	23 59 48.2
188		15.86	2.1506	− 9.3426	208.70	− 955.50	42.03	23 19 45.4
189		15.97	2.0752	+ 9.5116	221.90	+ 967.25	43.05	23 51 48.1
190		14.31	2.2779	− 4.1956	227.38	− 430.78	43.40	23 28 30.1
191	59	11.50	2.2317	+17.2556	246.46	+1756.77	44.88	24 4 57.6
192		14.49	2.4315	− 0.5350	247.13	− 57.67	44.92	23 34 43.2
193		14.22	2.3243	+11.9772	250.06	+1218.40	45.12	23 55 59.2
194		12.54	2.3268	+13.2952	251.77	+1352.79	45.24	23 58 13.6
195		13.89	2.6672	− 3.0395	268.40	− 313.34	46.59	23 30 27.5
196		14.01	2.7470	− 6.8030	272.37	− 697.23	46.66	23 24 3.8
197	60	11.15	2.6340	+11.3836	281.00	+1157.49	47.37	23 54 58.3
198		15.27	2.7652	+ 9.3752	292.16	+ 952.53	48.17	23 51 33.3
199		15.62	3.0318	−10.6020	297.23	−1084.97	48.45	23 17 35.8
200		16.07	3.2762	−10.2806	322.52	−1052.49	50.28	23 18 8.3
201		15.81	3.4281	− 8.9742	339.47	− 919.44	51.53	23 20 21.4
202		15.91	3.1828	+17.1758	343.43	+1747.51	51.95	24 4 48.2
203	63	11.97	3.3890	+ 8.9590	355.36	+ 909.35	52.78	23 50 50.1
204	64	12.20	3.4584	+ 5.1306	358.19	+ 518.87	52.96	23 44 19.6
205		13.13	3.3435	+17.9301	360.64	+1824.24	53.21	24 6 5.0
206	65	10.52	3.6908	−11.2516	363.75	−1151.99	53.28	23 16 28.8
207		14.78	3.8557	−13.3666	378.25	−1367.87	54.31	23 12 52.9
208		14.84	3.6018	+14.3193	383.03	+1455.72	54.83	23 59 56.4
209		13.06	4.0002	−18.2735	387.54	−1868.43	54.96	23 4 32.4
210		15.36	4.0090	−11.3070	396.16	−1158.02	55.62	23 16 22.7
211		14.32	4.1682	−16.0232	407.19	−1639.14	56.40	23 8 21.6
212	68	10.70	4.1756	+ 0.4838	426.23	+ 44.16	57.89	23 36 24.9
213		14.40	4.1733	+ 0.9612	426.53	+ 92.84	57.91	23 37 13.6
214		14.27	3.9833	+17.1501	425.10	+1743.94	57.93	24 4 44.6
215		15.96	4.3904	−12.3352	433.94	−1263.32	58.36	23 14 37.4
216		14.21	4.4149	− 8.7454	440.43	− 897.27	58.86	23 20 43.4
217		15.05	4.1304	+15.9197	438.74	+1618.29	58.91	24 2 39.0
218		16.00	4.1597	+14.7730	440.46	+1501.33	59.02	24 0 42.0
219		13.50	4.4884	−10.5834	445.89	−1084.79	59.24	23 17 37.9
220		15.72	4.1840	+15.5798	443.84	+1583.57	59.28	24 2 4.2
221	69	10.16	4.1492	+18.5318	443.55	+1884.65	59.28	24 7 5.3
222		15.82	4.6988	−13.6468	463.97	−1397.44	39 0.71	23 15 43.2
223		15.70	+4.6289	+ 0.3787	+472.38	+ 33.00	3 39 1.23	+23 36 14.1

Nummer	C. Wolf	Größe	Gemessene rechtwinklige Koordinaten		X	Y	AR 1900.0	δ 1900.0
			x	y				
			mm	mm				
224		13.22	+4.7830	+ 1.4152	+489.25	+ 138.42	3h 39m 2.48	+23° 37′ 59.1
225		15.72	4.8787	− 6.3453	490.42	− 653.07	2.50	23 24 47.6
226		15.60	5.0230	− 3.2598	508.58	− 338.60	3.85	23 30 2.0
227		13.95	5.1813	−14.3356	512.43	−1468.25	4.04	23 11 12.9
228		13.76	5.2481	−18.2870	514.87	−1871.27	4.19	23 4 29.4
229		13.31	5.1148	+ 6.4868	528.73	+ 655.22	5.40	23 46 35.8
230		14.19	5.1218	+17.8450	542.05	+1813.46	6.46	24 5 54.0
231		13.45	5.5752	−15.3594	551.49	−1573.11	6.87	23 9 27.5
232	71	11.71	5.5020	− 2.3786	558.42	− 249.30	7.48	23 31 31.3
233		14.05	5.6058	− 3.9491	567.29	− 409.58	8.11	23 28 51.0
234		13.01	5.8328	−18.0868	574.76	−1850.94	8.53	23 4 49.7
235		15.84	5.5427	+ 6.4329	572.34	+ 649.21	8.58	23 46 29.8
236		13.58	6.0750	− 7.9156	610.76	− 814.62	11.24	23 22 5.9
237		15.72	6.2138	−16.5584	615.34	−1696.04	11.48	23 7 24.5
238		14.37	5.9561	+10.4788	619.02	+1061.29	12.01	23 53 21.8
239		13.66	6.1557	+12.4284	641.55	+1259.98	13.68	23 56 40.4
240		15.80	6.6337	−14.8722	660.06	−1524.59	14.74	23 10 16.9
241		14.92	6.6306	−14.3364	660.34	−1469.95	14.77	23 11 10.5
242	80	12.40	6.4958	− 0.4242	662.01	− 51.07	15.03	23 34 49.3
243		15.98	6.4796	+ 3.0840	664.25	+ 306.70	15.23	23 40 47.1
244		15.06	6.5746	+ 4.0300	674.98	+ 403.04	16.02	23 42 23.5
245	82	11.80	6.5502	+ 7.0792	676.54	+ 775.21	16.18	23 48 35.6
246		13.93	6.7840	− 2.1664	689.49	− 229.18	17.01	23 31 51.2
247	85	12.93	7.4118	+ 8.6842	765.58	+ 876.58	22.67	23 50 16.8
248	86	10.28	7.4702	+ 9.6410	772.60	+ 974.09	23.20	23 51 54.4
249		14.59	7.7788	− 2.8302	790.29	− 297.02	24.33	23 30 43.2
250	89	12.63	7.9962	− 6.2830	808.64	− 650.41	25.63	23 24 49.8
251		13.56	+8.1479	− 7.8163	+822.41	− 806.95	3 39 26.61	+23 22 13.2

Präzession.

Zur schnellen Berechnung der Präzession und der Variatio saecularis dienen folgende Täfelchen, die mit Hilfe der in den Straßburger Annalen Bd. IIc. gegebenen Tafeln mit den Konstanten von Struve abgeleitet wurden.

Die Formel zur Berechnung der Reduktion auf ein anderes Äquinox lautet:

$$a_{1900+t} = a_{1900} + t \times \text{Präzession} + t^2 \, \frac{\text{Variatio sacc.}}{200}$$

und entsprechend für δ.

Präzession in AR.

3h	37m 0s	37m 20s	37m 40s	38m 0s	38m 20s	38m 40s	39m 0s	39m 20s	39m 40s
	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+23° 0′	3.5332	3.5337	3.5342	3.5347	3.5351	3.5356	3.5361	3.5366	3.5370
10	5369	5374	5379	5384	5389	5394	5398	5403	5408
20	5407	5412	5417	5421	5426	5431	5436	5441	5446
30	5444	5449	5454	5459	5464	5469	5474	5479	5484
40	5482	5487	5492	5497	5502	5507	5512	5517	5521
50	5520	5525	5530	5535	5540	5544	5549	5554	5559
24 0	5557	5562	5567	5572	5577	5582	5587	5592	5597
10	5595	5600	5605	5610	5615	5620	5626	5631	5636

Präzession in Dekl.

3^h	37^m	38^m	39^m
	+	+	+
0°		11″644	11″573
10	11″704	.632	.561
20	.692	.620	.549
30	.680	.609	.537
40	.668	.597	
50	.656	.585	
60	.644	.573	

Var. saec. in AR.

3^h	$37^m.0$	$38^m.0$	$39^m.0$	$40^m.0$
	+	+	+	+
+23°.0	0ˢ0175	0ˢ0174	0ˢ0173	0ˢ0173
23.5	178	177	176	176
24.0	181	180	179	178
24.5	184	183	182	181

Var. saec. in Dekl.

3^h	$37^m.0$	$38^m.0$	$39^m.0$	$40^m.0$
	—	—	—	—
+23°.0	0″423	0″425	0″426	0″428
23.5	424	426	428	429
24.0	426	427	429	430
24.5	427	429	430	432

Vergleichung mit dem Pariser Katalog.

Diejenigen von den Sternen, welche auch im Pariser photographischen Katalog enthalten sind, sind in folgendem zum Vergleich aufgeführt:

		S	Paris	S—P	S			Paris	S—P
11	3^h37^m	18ˢ89	18ˢ85	+0ˢ04	+24°	5′	18″5	18″4	+0″1
12		20.09	20.01	8	23	16	0.6	− 0.3	+0.9
16		22.80	22.69	11	24	5	48.7	49.5	−0.8
38		36.84	36.70	14	23	21	26.6	26.6	0.0
42		39.01	38.94	7	23	26	42.6	42.9	0.3
54		42.82	42.78	4	23	13	10.2	10.5	0.3
58		46.36	46.24	12	23	19	57.1	57.7	0.6
59		46.45	46.31	14	24	3	28.8	29.8	1.0
61		47.82	[47.52[1]	30[1]]	23	16	45.1	42.7	+2.4
68		52.00	51.94	6	23	43	18.8	19.2	−0.4
72		54.19	54.09	10	23	55	51.4	52.9	1.5
85		58.94	58.87	+ 7	23	55	57.8	59.5	1.7
97	38	2.98	3.00	− 2	23	33	59.4	60.8	1.4
98		3.20	3.18	+ 9	23	49	50.4	51.7	1.3
101		4.16	4.07	9	23	53	9.3	11.6	2.3
102		5.62	5.55	7	23	13	40.4	41.6	1.2
109		8.29	8.15	14	23	57	33.3	35.5	2.2
121		13.44	13.40	4	23	55	48.8	51.8	3.0
128		16.34	16.18	16	24	5	15.5	16.4	0.9
131		16.80	16.71	9	23	42	55.3	57.5	2.2
134		18.40	18.32	8	23	47	10.2	11.5	1.3
139		19.99	19.93	6	23	57	23.9	25.7	1.8
144		22.90	22.80	10	25	56	41.0	42.8	1.8
154		27.09	27.08	+ 1	23	49	1.8	3.5	1.7
160		28.65	28.69	− 4	24	4	47.2	47.5	0.3
191		44.88	44.74	+ 14	24	4	57.6	59.8	2.2
197		47.37	47.26	11	23	54	58.3	60.7	2.4
203		52.78	52.68	10	23	50	50.1	52.7	2.6
204		52.96	52.87	+ 9	23	44	19.6	21.2	−1.6
206		53.28	53.30	− 2	23	16	28.8	27.8	+1.0
212		57.89	57.80	+ 9	23	36	24.9	26.0	−1.1
221		59.28	59.19	9	24	7	5.3	7.3	2.0
232	39	7.48	7.42	+ 6	23	31	31.3	32.5	−1.2

Die Sternkarte.

In die Sternkarte sind alle gemessenen Objekte, sowie die helleren Sterne in der Nähe eingetragen. Diese sind mit den Wolfschen Nummern bezeichnet und durch ein vorgesetztes W kenntlich. Im allgemeinen sind sämtliche in dem durchmessenen Rechteck enthaltenen Sterne bestimmt worden und daher auch in der Karte enthalten. Nur in dem Gebiet in der Nähe und östlich von den drei zu den Hauptsternen der Gruppe gehörigen Sternen war eine genaue Durchführung dieses Programms unmöglich. Alle Positionen sind auf das Äquinox 1900.0 bezogen.

1906 März 15. **Karl Schiller.**

[1] Diese Position weicht im Pariser Katalog um den gleichen Betrag in AR von der Ausgangsposition (Anhaltstern) ab.

PUBLIKATIONEN
DES
ASTROPHYSIKALISCHEN INSTITUTS
KÖNIGSTUHL-HEIDELBERG

BAND II. No. 11.

Sternverteilung um die großen Nebel bei ξ Persei und bei 12 Monocerotis.

In derselben Weise, wie A. Kopff den Orion-Nebel und den Nordamerika-Nebel behandelt hat[1], untersuchte ich die Gegenden um den Nebel bei ξ Persei und den Nebel bei 12 Monocerotis.

Beide Nebelflecken zeigen deutlich die von Prof. Wolf gefundene Erscheinung der einhüllenden und einseitig verschobenen Sternleeren.

Die Aufnahmen, die dieser Untersuchung zugrunde gelegt wurden, sind von Prof. Wolf am 16-Zöller *a* des Bruce-Teleskopes gemacht, und zwar

B 1094 ξ Persei-Nebel, 1904 Oktober 15.
Belichtung 5 Stunden 2 Min.
B 1410 12 Monocerotis-Nebel, 1906 Januar 23,
Belichtung 6 Stunden 0 Min.

Die Platten, die das Format 24 × 30 cm besitzen, wurden von mir unter dem Mikroskop des Repsold-Meßapparates abgezählt. Dabei war eine Platte, die in Quadrate von je 4 mm Seitenlänge geteilt war, Schicht gegen Schicht auf die Aufnahmen gepreßt. Zu diesem Zweck hatte Prof. Wolf mittels einer Teilmaschine, die ihm die Firma Wilh. Hawerbier in Heidelberg zur Verfügung gestellt hatte, eine Glasplatte von 24 × 30 cm mit dem Diamant geteilt und auf photographischem Wege Abzüge auf Trockenplatten davon genommen. Einer dieser Abzüge wurde mir zu diesen Zählungen zur Verfügung gestellt. Da der Abzug glasklar war, so konnten die schwächsten Sterne gezählt werden. Jedes Quadrat wurde mindestens zweimal gezählt.

[1] Publ. Astrophys. Inst. Kgst.-Hdbg. Bd. I, pg. 177.

Die Abnahme der Sternzahl gegen den Rand, wie sie sich auf allen Aufnahmen mit Refraktoren ergibt, ist nicht berücksichtigt worden, weil jede Methode die Sternzahlen zu korrigieren fragwürdig erscheint. Bei beiden Aufnahmen wurde bis zu 4°3 Abstand vom Zentrum gezählt; diese Stellen liegen in den Ecken der im folgenden gegebenen Karten, hier sind die Sternzahlen viel zu klein, was man am besten auf den Karten erkennt.

In der Tabelle I und III sind die Sternzahlen von den einzelnen gezählten Quadratchen des aufgelegten Netzes eingetragen. Tabelle II gibt für jedes dieser Quadratchen beim ξ Persei-Nebel die Koordinaten für das mittlere Äquinox von 1855.0, wobei die Rektaszensionen in jedem Quadrat über den zugehörigen Deklinationen angebracht sind. Die Tabelle III, die die Zahlen für den Nebel um 12 Monocerotis enthält, trägt die zu den Quadratchen gehörigen Koordinaten (1855.0) unmittelbar an ihrem Rande.

Für beide Gegenden habe ich die Sternverteilung graphisch auf Karten dargestellt. In diesen Karten enthalten:

beim Nebel von ξ Persei:

die	weiß gelassenen	Stellen	0	bis	15	Sterne
»	einfach schraffierten	»	16	»	30	»
»	zweifach	»	31	»	45	»
»	dreifach	»	46	»	60	»
»	vierfach	»	mehr als 60 Sterne,			

beim Nebel um 12 Monocerotis:

die weiß gelassenen	Stellen	0 bis 25	Sterne
» einfach schraffierten	»	26 » 50	»
» zweifach	»	51 » 75	»
» dreifach	»	76 » 100	»
» vierfach	»	mehr als 100	Sterne.

Es fällt die viel größere Sterndichte in der Gegend von 12 Monocerotis auf. Bei beiden Nebelflecken erkennt man die Sternleere, die die Nebel umhüllt und den sternleeren Weg, der sich einseitig anschließt. Bemerkenswert ist außerdem die sternhaufenartige Gruppe sehr heller Sterne, die fast zentral vom Nebel von 12 Monocerotis eingehüllt wird.

1906 Dezember. **K. Lohnert.**

Die von Herrn Lohnert bearbeiteten beiden Nebelflecken zeigen in klarer Form die von mir früher beschriebene Erscheinung der Straßenbildung der Milchstraßennebel. Ich konnte nunmehr auch die Bewegungsrichtung des Vorganges an diesen zwei Nebelflecken zu ermitteln suchen. Es ergab sich, wobei ich auch noch die beiden früher (Publ. Bd. I, S. 177) von uns bearbeiteten Nebel hier mit hinzuziehe:

Θ Orion-Nebel	$\alpha = 5^h 28^m$	$\delta = -5° 30'$,	Pos.-Winkel	327°
12 Monocerotis-Nebel	6 24	+ 5 15	»	329
ξ Persei-Nebel	3 52	+36 5	»	137
Nordamerika-Nebel	20 56	+44 30	»	46.

Bringt man die größten Kreise, die unter diesen Positions-Winkeln durch die Objekte gezogen werden können, für zwei Objekte zum Schnitt, so liegt dieser Schnittpunkt:

für Nordamerika-Nebel und ξ Persei-Nebel in	$\alpha = 22^h 22^m$	$\delta = +54°.7$
» ξ Persei-Nebel und Monocerotis-Nebel »	22 32	55.1
» Orion-Nebel und ξ Persei-Nebel	22 40	57.0.

Es ergibt sich somit eine auffallende Übereinstimmung, wie sie auch Courvoisier vermutet hat.

Wenn man von einem gemeinsamen Zielpunkt reden wollte, so wäre derselbe etwa bei:

$$\alpha = 22^h 34^m \quad \delta = +55°.6 \quad (1855.0)$$

zu suchen; also mitten in der Milchstraße, südöstlich von δ Cephei. Von uns aus gesehen, zeigen der Nordamerika- und der ξ Persei-Nebel die entgegengesetzte Bewegungsrichtung, als die zwei südlichen Nebel. Es ist bemerkenswert, daß der ξ Persei-Nebel von dem »Zielpunkt« weggerichtet ist, während die drei andern ihm zustreben.

Max Wolf.

Tabelle I.

(Nebel bei ξ Persei)

	ρ	π	ο	ξ	ν	μ	λ	κ	ι	θ	η	ζ	ε	δ	γ	β	α	z	y	x	w	v
45	1	6	5	10	10	3	7	11	11	11	11	6	5	6	12	7	12	7	13	9	14	12
44	2	11	6	6	3	3	2	4	4	9	8	6	3	7	17	7	11	19	11	13	16	19
43	7	8	6	2	4	2	3	3	3	9	7	10	9	11	11	11	7	11	13	21	13	22
42	9	7	4	4	2	3	3	3	5	5	3	10	3	4	7	5	9	4	10	7	12	13
41	2	9	7	3	5	4	2	3	3	1	9	2	6	4	8	2	8	3	6	13	9	14
40	2	1	4	4	5	6	7	3	4	6	10	10	16	9	9	9	11	8	6	8	6	4
39	2	2	5	2	6	4	5	0	3	7	11	13	8	9	8	8	6	13	5	12	9	13
38	4	3	3	5	6	2	2	5	2	5	7	4	14	11	15	11	4	11	14	6	5	17
37	1	5	3	2	5	2	2	3	1	3	5	11	12	13	6	4	6	9	11	8	8	19
36	4	3	6	9	0	2	3	1	2	3	7	11	21	22	12	9	14	14	24	19	17	17
35	1	0	2	2	9	1	9	24	20	28	25	37	35	18	19	13	5	16	27	25	12	16
34	3	6	1	8	14	13	23	21	27	34	47	38	29	24	26	19	14	16	26	22	18	20
33	10	11	4	11	21	30	28	32	33	34	37	46	46	26	26	28	21	22	24	20	30	22
32	10	9	18	34	27	27	34	35	37	55	51	49	56	30	23	25	19	28	38	34	24	21
31	7	7	22	28	31	23	47	38	50	55	54	56	35	38	27	43	32	27	52	40	22	35
30	14	17	19	31	26	42	51	50	59	49	51	42	45	41	36	30	29	39	49	39	38	36
29	11	18	19	30	36	40	39	32	51	45	39	39	61	47	40	46	36	42	46	34	39	33
28	19	29	40	25	49	36	43	44	41	50	37	35	48	39	63	44	43	46	38	43	41	32
27	22	20	26	34	37	36	34	46	41	45	50	71	49	42	41	38	43	58	37	30	42	27
26	15	22	35	29	49	37	33	49	53	73	59	51	48	59	44	39	58	38	34	45	34	31
25	29	35	25	42	34	32	44	48	60	69	50	34	47	63	46	35	56	64	37	38	32	29
24	25	28	28	34	44	53	45	46	50	38	44	33	38	42	38	39	54	47	49	27	34	27
23	23	34	25	36	53	57	48	44	39	41	40	34	41	34	36	45	23	27	22	32	22	35
22	19	24	23	39	50	51	41	40	49	41	45	48	40	36	33	29	41	34	24	38	30	30
21	15	31	26	28	46	42	42	38	35	30	31	29	45	32	43	38	38	36	26	31	41	38
20	20	27	27	35	46	36	36	35	29	27	46	28	39	44	46	34	44	45	38	43	32	39
19	14	24	29	27	29	34	41	39	20	36	37	45	39	31	38	33	44	40	50	50	23	28
18	24	34	28	24	23	42	43	26	36	44	38	29	37	31	41	35	47	38	37	48	35	38
17	24	27	31	32	25	38	37	35	43	36	45	46	25	40	43	46	52	60	41	41	39	35
16	19	26	20	34	27	23	41	28	32	44	46	45	31	38	43	42	44	40	47	45	35	34
15	19	29	25	31	35	31	30	30	37	42	40	33	38	39	41	46	56	54	62	51	52	44
14	30	29	32	30	27	35	36	39	30	37	33	46	33	29	48	38	60	32	55	54	40	39
13	27	28	29	31	27	30	31	36	29	40	48	38	28	42	45	38	49	50	47	40	53	35
12	24	18	22	24	32	36	25	34	31	40	36	30	40	52	47	40	51	43	36	48	43	53
11	13	17	15	21	23	28	28	24	33	37	44	44	42	41	37	48	54	35	37	51	49	43
10	17	19	23	24	19	20	25	28	25	35	23	37	52	52	57	40	51	42	48	48	34	46
9	21	27	27	35	25	27	22	35	26	34	36	43	35	36	46	45	39	46	55	46	42	31
8	14	22	24	19	22	25	18	27	29	43	35	46	44	45	57	48	40	50	43	32	44	32
7	24	13	19	18	24	37	25	22	26	26	37	38	43	35	32	41	41	43	47	39	49	41
6	17	16	28	18	26	31	27	27	21	27	33	42	30	43	41	42	38	36	45	52	43	45
5	10	13	15	29	21	38	19	21	23	36	29	32	23	25	26	36	46	32	43	37	41	44
4	8	8	22	18	22	33	35	29	21	33	34	32	25	27	31	34	27	28	38	23	30	33
3	12	21	13	14	21	18	23	25	23	25	24	28	28	24	26	37	36	23	27	35	20	44
2	8	11	21	19	19	35	21	24	23	32	34	25	22	25	25	24	27	23	29	33	40	24
1	13	10	8	13	19	21	19	22	21	30	34	23	25	15	25	36	30	17	15	23	25	32

	u	t	s	r	q	p	o	n	m	l	k	i	h	g	f	e	d	c	b	a
45	17	5	12	9	9	11	6	11	9	19	10	6	6	9	19	13	6	7	8	9
44	12	3	3	9	19	7	10	9	18	11	15	5	3	11	14	9	11	15	11	10
43	14	20	4	5	7	11	11	18	18	17	19	15	17	16	13	6	3	4	14	11
42	17	20	6	17	13	11	25	20	18	21	22	13	10	7	12	10	5	7	10	18
41	14	7	11	14	13	22	25	21	25	27	10	14	18	10	6	2	13	8	16	21
40	6	10	9	23	20	20	17	17	11	20	25	20	11	16	7	6	14	7	12	15
39	8	20	11	17	27	21	18	21	27	18	13	8	9	6	5	10	7	13	24	24
38	15	16	14	18	20	22	35	14	23	18	10	10	7	11	15	11	9	29	21	23
37	12	19	15	20	12	28	14	22	25	15	5	7	7	6	6	8	17	16	26	27
36	7	20	22	13	26	12	15	25	13	17	17	7	11	3	1	19	16	31	19	13
35	14	20	9	24	20	9	15	13	13	19	11	19	21	7	3	13	20	16	22	17
34	21	20	32	20	25	23	18	7	7	7	7	7	17	2	13	22	25	20	21	13
33	30	24	21	31	15	14	16	12	6	11	13	21	21	6	24	29	31	23	23	16
32	12	25	20	19	10	16	18	23	14	15	26	27	19	14	33	34	31	27	34	25
31	24	7	12	16	9	7	23	17	15	9	17	15	17	23	44	30	28	27	34	31
30	37	23	13	7	11	28	10	12	22	16	9	31	36	48	39	39	38	44	28	42
29	34	27	6	21	8	14	18	19	29	24	43	35	34	49	46	41	43	43	39	29
28	30	25	13	24	20	26	27	30	49	41	38	39	22	32	35	60	50	38	42	34
27	28	39	20	31	48	42	47	43	35	42	40	23	36	32	28	38	40	47	56	35
26	32	20	35	40	34	38	55	42	53	55	48	36	30	24	34	28	49	38	34	27
25	32	42	38	37	37	44	45	51	59	49	43	31	38	24	44	28	49	36	31	22
24	36	43	37	43	43	32	48	50	50	37	52	55	37	41	49	49	35	44	41	22
23	43	49	38	37	30	53	50	56	62	40	42	52	52	36	44	44	59	49	30	40
22	40	38	50	34	44	49	47	45	64	46	44	49	42	42	54	43	37	41	47	27
21	53	31	41	38	50	37	48	47	63	50	38	54	49	52	46	38	42	52	31	20
20	46	44	44	43	40	35	47	42	49	44	45	40	61	56	36	48	59	45	37	36
19	43	43	51	53	27	49	73	48	42	38	38	59	43	52	42	54	29	43	45	36
18	43	45	50	34	49	60	63	55	49	55	48	56	57	47	39	36	36	53	38	37
17	54	56	56	48	60	61	59	53	58	51	47	48	51	48	32	35	44	55	46	35
16	40	41	55	58	38	45	53	46	49	42	54	38	51	54	27	17	26	28	38	42
15	48	51	60	48	54	74	52	51	46	38	54	49	53	45	48	35	54	51	45	39
14	61	60	55	42	47	46	54	55	59	57	51	42	42	50	39	47	44	43	33	32
13	34	39	38	63	52	52	56	68	55	44	46	46	46	46	40	52	46	35	49	41
12	48	43	50	35	49	59	47	48	66	48	45	56	44	60	42	38	50	45	38	23
11	40	41	48	52	48	49	51	57	58	45	43	47	54	46	34	34	48	34	34	27
10	42	40	54	34	38	50	31	50	55	43	50	36	39	34	24	27	49	48	34	25
9	47	51	30	29	33	45	41	48	56	52	35	41	37	40	24	32	37	25	22	28
8	50	33	37	41	37	60	42	40	42	37	41	39	30	46	23	32	44	26	35	14
7	53	57	57	36	22	49	47	48	47	25	40	37	27	32	21	20	38	24	35	18
6	52	43	37	36	31	45	44	47	44	46	31	30	37	29	26	26	38	25	26	15
5	42	45	40	26	29	44	43	45	32	11	26	31	35	35	20	14	40	22	23	23
4	33	37	28	34	38	30	39	34	44	49	38	41	26	25	19	10	23	23	19	20
3	35	38	31	29	44	32	31	37	20	29	26	29	24	28	17	19	31	13	20	16
2	34	35	32	23	45	44	37	23	32	29	26	30	20	16	20	21	14	5	17	17
1	35	23	28	36	25	37	34	23	33	26	30	18	29	13	16	18	23	6	1	0

Tabelle II.

	ι	θ	η	ζ	ε	δ	γ	β	α	z	y	x	w	v	u	t	s	r	q	p	o	n	m	l	k	i	
39	2.6	1.9	1.2	0.4	59.7	59.0	58.2	57.5	56.7	56.0	55.3	54.5	53.8	53.1	52.3	51.6	50.8	50.1	49.4	48.6	47.9	47.2	46.4	45.7	45.0	44.2	
	10	10	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	12	12	12	12	12	12	11	
38	2.6	1.9	1.2	0.4	59.7	59.0	58.2	57.5	56.7	56.0	55.3	54.5	53.8	53.1	52.3	51.6	50.8	50.1	49.4	48.7	47.9	47.2	46.4	45.7	45.0	44.2	+38°
	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	
37	2.6	1.8	1.1	0.4	59.6	58.9	58.2	57.5	56.7	56.0	55.2	54.5	53.8	53.0	52.3	51.6	50.8	50.1	49.4	48.7	47.9	47.2	46.4	45.7	45.0	44.3	
	53	53	54	54	54	54	54	54	55	55	55	55	55	56	56	56	56	56	56	55	55	55	55	55	55	54	
36	2.6	1.8	1.1	0.4	59.6	58.9	58.2	57.4	56.7	56.0	55.2	54.5	53.8	53.0	52.3	51.6	50.8	50.1	49.4	48.7	47.9	47.2	46.4	45.7	45.0	44.3	
	44	44	45	45	45	45	45	45	46	46	46	46	46	47	47	47	47	47	47	46	46	46	46	46	46	45	
35	2.5	1.8	1.0	0.3	59.6	58.9	58.2	57.4	56.7	56.0	55.2	54.5	53.8	53.0	52.3	51.6	50.8	50.1	49.4	48.7	47.9	47.2	46.5	45.7	45.0	44.3	
	35	35	36	36	36	36	36	36	37	37	37	37	37	38	38	38	38	38	38	37	37	37	37	37	37	36	
34	2.5	1.8	1.0	0.3	59.6	58.9	58.2	57.4	56.7	55.9	55.2	54.5	53.8	53.0	52.3	51.6	50.8	50.1	49.4	48.7	47.9	47.2	46.5	45.8	45.0	44.3	+37°
	27	27	28	28	28	28	28	29	29	29	29	29	29	30	30	30	30	30	30	29	29	29	29	29	29	28	
33	2.5	1.7	1.0	0.3	59.6	58.8	58.1	57.4	56.6	55.9	55.2	54.5	53.8	53.0	52.3	51.6	50.8	50.1	49.4	48.7	47.9	47.2	46.5	45.8	45.1	44.3	
	18	18	19	19	19	19	19	20	20	20	20	20	20	21	21	21	21	21	21	20	20	20	20	20	20	19	
32	2.4	1.7	1.0	0.3	59.6	58.8	58.1	57.4	56.6	55.9	55.2	54.5	53.8	53.0	52.3	51.6	50.8	50.1	49.4	48.7	48.0	47.2	46.5	45.8	45.1	44.3	
	9	9	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	11	11	11	11	11	11	10	
31	2.4	1.7	1.0	0.3	59.6	58.8	58.1	57.4	56.6	55.9	55.2	54.5	53.8	53.0	52.3	51.6	50.8	50.1	49.4	48.7	48.0	47.3	46.5	45.8	45.1	44.4	
	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	2	
30	2.4	1.7	1.0	0.2	59.5	58.8	58.1	57.4	56.6	55.9	55.2	54.5	53.7	53.0	52.3	51.6	50.8	50.1	49.4	48.7	48.0	47.3	46.5	45.8	45.1	44.4	
	52	52	53	53	53	53	53	54	54	54	54	54	54	55	55	55	55	55	55	54	54	54	54	54	54	53	
29	2.4	1.6	0.9	0.2	59.5	58.8	58.1	57.3	56.6	55.9	55.2	54.4	53.7	53.0	52.3	51.6	50.8	50.1	49.4	48.7	48.0	47.3	46.5	45.8	45.1	44.4	
	43	43	44	44	44	44	44	45	45	45	45	45	45	46	46	46	46	46	46	45	45	45	45	45	45	44	
28	2.3	1.6	0.9	0.2	59.5	58.8	58.0	57.3	56.6	55.9	55.2	54.4	53.7	53.0	52.3	51.6	50.8	50.1	49.4	48.7	48.0	47.3	46.5	45.8	45.1	44.4	
	35	35	36	36	36	36	36	36	37	37	37	37	37	38	38	38	38	38	38	37	37	37	37	37	37	36	
27	2.3	1.6	0.9	0.2	59.5	58.8	58.0	57.3	56.6	55.9	55.1	54.4	53.7	53.0	52.3	51.6	50.8	50.1	49.4	48.7	48.0	47.3	46.5	45.8	45.1	44.4	+36°
	26	26	27	27	27	27	27	28	28	28	28	28	28	29	29	29	29	29	29	28	28	28	28	28	28	27	
26	2.3	1.6	0.9	0.2	59.4	58.7	58.0	57.3	56.6	55.8	55.1	54.4	53.7	53.0	52.3	51.6	50.8	50.1	49.4	48.7	48.0	47.3	46.5	45.8	45.1	44.4	
	17	17	18	18	18	18	18	19	19	19	19	19	19	20	20	20	20	20	20	19	19	19	19	19	19	18	
25	2.3	1.6	0.8	0.2	59.4	58.7	58.0	57.3	56.6	55.8	55.1	54.4	53.7	53.0	52.3	51.6	50.8	50.1	49.4	48.7	48.0	47.3	46.5	45.8	45.1	44.4	
	9	9	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	11	11	11	11	11	11	10	
24	2.3	1.6	0.8	0.1	59.4	58.7	58.0	57.3	56.6	55.8	55.1	54.4	53.7	53.0	52.3	51.6	50.8	50.1	49.4	48.7	48.0	47.3	46.6	45.9	45.1	44.4	
	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	1	
23	2.2	1.5	0.8	0.1	59.4	58.7	58.0	57.2	56.6	55.8	55.1	54.4	53.7	53.0	52.3	51.5	50.8	50.1	49.4	48.7	48.0	47.3	46.6	45.9	45.1	44.4	
	51	51	52	53	52	52	52	53	53	53	53	53	53	54	54	54	54	54	54	53	53	53	53	53	53	52	
22	2.2	1.5	0.8	0.1	59.4	58.7	58.0	57.2	56.5	55.8	55.1	54.4	53.7	53.0	52.3	51.5	50.8	50.1	49.4	48.7	48.0	47.3	46.6	45.9	45.1	44.4	
	43	43	44	44	44	44	44	45	45	45	45	45	45	46	46	46	46	46	46	45	45	45	45	45	45	44	
21	2.2	1.5	0.8	0.1	59.4	58.6	57.9	57.2	56.5	55.8	55.1	54.4	53.6	53.0	52.3	51.5	50.8	50.1	49.4	48.7	48.0	47.3	46.6	45.9	45.1	44.4	
	34	34	35	35	35	35	35	36	36	36	36	36	36	37	37	37	37	37	37	36	36	36	36	36	36	35	
20	2.2	1.4	0.8	0.0	59.4	58.6	57.9	57.2	56.5	55.8	55.1	54.4	53.6	53.0	52.3	51.5	50.8	50.1	49.4	48.7	48.0	47.3	46.6	45.9	45.2	44.4	+35°
	25	25	26	26	26	26	26	27	27	27	27	27	27	28	28	28	28	28	28	27	27	27	27	27	27	26	
19	2.2	1.4	0.7	0.0	59.3	58.6	57.9	57.2	56.5	55.8	55.1	54.4	53.6	53.0	52.3	51.5	50.8	50.1	49.4	48.7	48.0	47.3	46.6	45.9	45.2	44.5	
	16	16	17	17	17	17	17	18	18	18	18	18	18	19	19	19	19	19	19	18	18	18	18	18	18	17	
18	2.1	1.4	0.7	0.0	59.3	58.6	57.9	57.2	56.5	55.8	55.1	54.4	53.6	53.0	52.3	51.5	50.8	50.1	49.4	48.7	48.0	47.3	46.6	45.9	45.2	44.5	
	8	8	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	10	10	10	10	10	10	9	
17	2.1	1.4	0.7	0.0	59.3	58.6	57.9	57.2	56.5	55.8	55.1	54.4	53.6	53.0	52.3	51.5	50.8	50.1	49.4	48.7	48.0	47.3	46.6	45.9	45.2	44.5	
	50	50	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	
16	2.1	1.4	0.7	0.0	59.3	58.6	57.9	57.2	56.4	55.8	55.0	54.3	53.6	52.9	52.2	51.5	50.8	50.1	49.4	48.7	48.0	47.3	46.6	45.9	45.2	44.5	
	50	50	51	51	51	51	51	52	52	52	52	52	52	53	53	53	53	53	53	52	52	52	52	52	52	51	
15	2.1	1.4	0.7	0.0	59.3	58.6	57.8	57.2	56.4	55.7	55.0	54.3	53.6	52.9	52.2	51.5	50.8	50.1	49.4	48.7	48.0	47.3	46.6	45.9	45.2	44.5	
	41	41	42	42	42	42	42	43	43	43	43	43	43	44	44	44	44	44	44	43	43	43	43	43	43	42	
14	2.0	1.4	0.6	0.0	59.2	58.5	57.8	57.1	56.4	55.7	55.0	54.3	53.6	52.9	52.2	51.5	50.8	50.1	49.4	48.7	48.0	47.3	46.6	45.9	45.2	44.5	+34°
	33	33	34	34	34	34	34	35	35	35	35	35	35	36	36	36	36	36	36	35	35	35	35	35	35	34	
13	2.0	1.3	0.6	59.9	59.2	58.5	57.8	57.1	56.4	55.7	55.0	54.3	53.6	52.9	52.2	51.5	50.8	50.1	49.4	48.7	48.0	47.3	46.6	45.9	45.2	44.5	
	24	24	25	25	25	25	25	26	26	26	26	26	26	27	27	27	27	27	27	26	26	26	26	26	26	25	
12	2.0	1.3	0.6	59.9	59.2	58.5	57.8	57.1	56.4	55.7	55.0	54.3	53.6	52.9	52.2	51.5	50.8	50.1	49.4	48.7	48.0	47.3	46.6	45.9	45.2	44.5	
	15	15	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	18	18	18	18	18	18	17	17	17	17	17	17	16	
11	2.0	1.3	0.6	59.9	59.2	58.5	57.8	57.1	56.4	55.7	55.0	54.3	53.6	52.9	52.2	51.5	50.8	50.1	49.4	48.7	48.0	47.3	46.6	45.9	45.2	44.5	
	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	8	8	8	8	8	8	7	
10	2.0	1.3	0.6	59.9	59.2	58.5	57.8	57.1	56.4	55.7	55.0	54.3	53.6	52.9	52.2	51.5	50.8	50.1	49.4	48.7	48.0	47.3	46.6	45.9	45.2	44.6	
	58	58	59	59	59	59	59	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	59	
9	2.0	1.2	0.6	59.8	59.2	58.5	57.8	57.1	56.4	55.7	55.0	54.3	53.6	52.9	52.2	51.5	50.8	50.1	49.4	48.7	48.0	47.3	46.6	45.9	45.3	44.6	+33°
	49	49	50	50	50	50	50	51	51	51	51	51	51	52	52	52	52	52	52	51	51	51	51	51	51	50	
8	1.9	1.2	0.5	59.8	59.1	58.4	57.8	57.0	56.4	55.6	55.0	54.3	53.6	52.9	52.2	51.5	50.8	50.1	49.4	48.7	48.0	47.3	46.6	46.0	45.3	44.6	
	40	40	41	41	41	41	41	42	42	42	42	42	42	43	43	43	43	43	43	42	42	42	42	42	42	41	
7	1.9	1.2	0.5	59.8	59.1	58.4	57.7	57.0	56.3	55.6	55.0	54.2	53.6	52.9	52.2	51.5	50.8	50.1	49.4	48.7	48.0	47.3	46.7	46.0	45.3	44.6	
	31	31	32	32	32	32	32	33	33	33	33	33	33	34	34	34	34	34	34	33	33	33	33	33	33	32	
	IV^h				III^h																						

Tabelle II.

	ρ	π	ο	ξ	ν	μ	λ	κ	ι	θ	η	ζ	ε	δ	γ	β	α	z	y	x	w	v	u	t	s	r	
45	8.7 1	8.0 1	7.2 1	6.5 1	5.7 2	5.0 2	4.2 2	3.5 2	2.8 2	2.0 2	1.3 3	0.5 3	59.8 3	59.0 3	58.3 3	57.6 4	56.8 4	56.1 4	55.3 4	54.6 4	53.8 4	53.1 5	52.4 5	51.6 5	50.9 5	50.1 5	+39°
44	8.7 52	7.9 52	7.2 52	6.4 52	5.7 53	5.0 53	4.2 53	3.5 53	2.7 53	2.0 53	1.2 54	0.5 54	59.8 54	59.0 54	58.3 54	57.5 55	56.8 55	56.0 55	55.3 55	54.6 55	53.8 55	53.1 56	52.4 56	51.6 56	50.9 56	50.1 56	
43	8.6 44	7.9 44	7.2 44	6.4 44	5.7 45	4.9 45	4.2 45	3.4 45	2.7 45	2.0 45	1.2 46	0.5 46	59.8 46	59.0 46	58.3 46	57.5 47	56.8 47	56.0 47	55.3 47	54.6 47	53.8 47	53.1 48	52.3 48	51.6 48	50.8 48	50.1 48	
42	8.6 35	7.8 35	7.1 35	6.4 35	5.6 36	4.9 36	4.2 36	3.4 36	2.7 36	2.0 36	1.2 37	0.5 37	59.7 37	59.0 37	58.2 37	57.5 38	56.8 38	56.0 38	55.3 38	54.5 38	53.8 38	53.1 39	52.3 39	51.6 39	50.8 39	50.1 39	+38°
41	8.6 26	7.8 26	7.1 26	6.4 26	5.6 27	4.9 27	4.2 27	3.4 27	2.7 27	1.9 27	1.2 28	0.4 28	59.7 28	59.0 28	58.2 28	57.5 29	56.8 29	56.0 29	55.3 29	54.5 29	53.8 29	53.1 30	52.3 30	51.6 30	50.8 30	50.1 30	
40	8.5 18	7.8 18	7.1 18	6.3 18	5.6 19	4.9 19	4.1 19	3.4 19	2.7 19	1.9 19	1.2 20	0.4 20	59.7 20	59.0 20	58.2 20	57.5 21	56.7 21	56.0 21	55.3 21	54.5 21	53.8 21	53.1 22	52.3 22	51.6 22	50.8 22	50.1 22	
39	8.5 9	7.8 9	7.0 9	6.3 9	5.6 10	4.8 10	4.1 10	3.4 10	IVʰ				IIIʰ														
38	8.5 0	7.8 0	7.0 0	6.3 0	5.6 1	4.8 1	4.1 1	3.4 1																			

	ρ	π	ο	ξ	ν	μ	λ	κ	
37	8.4 52	7.7 52	7.0 52	6.2 52	5.5 53	4.8 53	4.1 53	3.3 53	
36	8.4 43	7.7 43	6.9 43	6.2 43	5.5 44	4.8 44	4.0 44	3.3 44	
35	8.4 34	7.6 34	6.9 34	6.2 34	5.4 35	4.7 35	4.0 35	3.3 35	
34	8.3 26	7.6 26	6.9 26	6.2 26	5.4 27	4.7 27	4.0 27	3.2 27	+37°
33	8.3 17	7.6 17	6.8 17	6.1 17	5.4 18	4.7 18	3.9 18	3.2 18	
32	8.2 8	7.5 8	6.8 8	6.1 8	5.4 9	4.6 9	3.9 9	3.2 9	
31	8.2 0	7.5 0	6.8 0	6.0 0	5.3 1	4.6 1	3.9 1	3.2 1	
30	8.2 51	7.5 51	6.7 51	6.0 51	5.3 52	4.6 52	3.8 52	3.1 52	
29	8.2 42	7.4 42	6.7 42	6.0 42	5.2 43	4.5 43	3.8 43	3.1 43	
28	8.1 34	7.4 34	6.7 34	6.0 34	5.2 35	4.5 35	3.8 35	3.0 35	
27	8.1 25	7.4 25	6.6 25	5.9 25	5.2 26	4.5 26	3.8 26	3.0 26	+36°
26	8.0 16	7.3 16	6.6 16	5.9 16	5.2 17	4.4 17	3.7 17	3.0 17	
25	8.0 8	7.3 8	6.6 8	5.9 8	5.2 9	4.4 9	3.7 9	3.0 9	
24	8.0 59	7.3 59	6.6 59	5.8 59	5.1 0	4.4 0	3.7 0	3.0 0	
23	8.0 50	7.2 50	6.5 50	5.8 50	5.1 51	4.4 51	3.7 51	3.0 51	
22	7.9 42	7.2 42	6.5 42	5.8 42	5.1 43	4.4 43	3.6 43	2.9 43	
21	7.9 33	7.2 33	6.4 33	5.8 33	5.0 34	4.3 34	3.6 34	2.9 34	+35°
20	7.8 24	7.1 24	6.4 24	5.7 24	5.0 25	4.3 25	3.6 25	2.9 25	
19	7.8 15	7.1 15	6.4 15	5.7 15	5.0 16	4.3 16	3.6 16	2.9 16	
18	7.8 7	7.1 7	6.4 7	5.7 7	5.0 8	4.3 8	3.6 8	2.8 8	
17	7.8 58	7.1 58	6.4 58	5.6 58	5.0 59	4.2 59	3.5 59	2.8 59	
16	7.7 49	7.0 49	6.3 49	5.6 49	4.9 50	4.2 50	3.5 50	2.8 50	
15	7.7 40	7.0 40	6.3 40	5.6 40	4.9 41	4.2 41	3.5 41	2.8 41	+34°
14	7.7 32	7.0 32	6.2 32	5.6 32	4.8 33	4.2 33	3.4 33	2.8 33	
13	7.6 23	6.9 23	6.2 23	5.5 23	4.8 24	4.1 24	3.4 24	2.7 24	
	IVʰ								

	ρ	π	ο	ξ	ν	μ	λ	κ	ι	θ	η	ζ	ε	δ	γ	β	
12	7.6 14	6.9 14	6.2 14	5.5 14	4.8 15	4.1 15	3.4 15	2.7 15									+34°
11	7.6 5	6.9 5	6.2 5	5.5 5	4.8 6	4.1 6	3.4 6	2.7 6									
10	7.6 57	6.9 57	6.2 57	5.5 57	4.8 58	4.1 58	3.4 58	2.7 58									
9	7.5 48	6.8 48	6.1 48	5.4 48	4.7 49	4.0 49	3.4 49	2.6 49									
8	7.4 39	6.8 39	6.1 39	5.4 39	4.7 40	4.0 40	3.3 40	2.6 40									
7	7.4 30	6.7 30	6.0 30	5.4 30	4.7 31	4.0 31	3.3 31	2.6 31									+33°
6	7.4 22	6.7 22	6.0 22	5.3 22	4.6 23	3.9 23	3.2 23	2.6 23	1.8 23	1.2 23	0.5 24	59.8 24	59.1 24	58.4 24	57.7 24	57.0 25	
5	7.4 13	6.7 13	6.0 13	5.3 13	4.6 14	3.9 14	3.2 14	2.5 14	1.8 14	1.1 14	0.4 15	59.8 15	59.1 15	58.4 15	57.7 15	57.0 16	
4	7.3 5	6.6 5	6.0 5	5.3 5	4.6 6	3.9 6	3.2 6	2.5 6	1.8 6	1.1 6	0.4 7	59.8 7	59.1 7	58.4 7	57.7 7	57.0 8	
3	7.3 56	6.6 56	5.9 56	5.2 56	4.5 57	3.8 57	3.2 57	2.5 57	1.8 57	1.1 57	0.4 58	59.7 58	59.0 58	58.4 58	57.7 58	57.0 59	
2	7.2 48	6.6 48	5.9 48	5.2 48	4.5 49	3.8 49	3.1 49	2.5 49	1.8 49	1.1 49	0.4 50	59.7 50	59.0 50	58.4 50	57.6 50	57.0 51	+32°
1	7.2 39	6.5 39	5.8 39	5.2 39	4.5 40	3.8 40	3.1 40	2.4 40	1.8 40	1.1 40	0.4 41	59.7 41	59.0 41	58.3 41	57.6 41	57.0 42	
	IVʰ											IIIʰ					

Tabelle II.

	q	p	o	n	m	l	k	i	h	g	f	e	d	c	b	a	
45	49.4 5	48.6 4	47.9 4	47.2 4	46.4 4	45.7 4	44.9 4	44.2 3	43.5 3	42.7 3	42.0 3	41.2 3	40.5 3	39.7 2	39.0 2	38.3 2	+39°
44	49.4 50	48.6 55	47.9 55	47.2 55	46.4 55	45.7 55	44.9 55	44.2 54	43.5 54	42.7 54	42.0 54	41.2 54	40.5 54	39.7 53	39.0 53	38.3 53	
43	49.4 48	48.6 47	47.9 47	47.2 47	46.4 47	45.7 47	44.9 47	44.2 46	43.5 46	42.7 46	42.0 46	41.2 46	40.5 46	39.8 45	39.0 45	38.3 45	
42	49.4 30	48.6 38	47.9 38	47.2 38	46.4 38	45.7 38	44.9 38	44.2 37	43.5 37	42.7 37	42.0 37	41.2 37	40.5 37	39.8 36	39.0 36	38.3 36	
41	49.4 30	48.6 29	47.9 29	47.2 29	46.4 29	45.7 20	44.9 29	44.2 28	43.5 28	42.7 28	42.0 28	41.2 28	40.5 28	39.8 27	39.0 27	38.3 27	+38°
40	49.4 22	48.6 21	47.9 21	47.2 21	46.4 21	45.7 21	44.9 21	44.2 20	43.5 20	42.7 20	42.0 20	41.3 20	40.5 20	39.8 19	39.1 19	38.3 19	
39									43.5 11	42.8 11	42.0 11	41.3 11	40.5 11	39.8 10	39.1 10	38.3 10	
38									43.5 2	42.8 2	42.0 2	41.3 2	40.6 2	39.8 1	39.1 1	38.4 1	
37									43.5 54	42.8 54	42.0 54	41.3 54	40.6 54	39.8 53	39.1 53	38.4 53	
36									43.6 45	42.8 45	42.1 45	41.3 45	40.6 45	39.9 44	39.1 44	38.4 44	+37°
35									43.6 36	42.8 36	42.1 36	41.3 36	40.6 36	39.9 35	39.2 35	38.4 35	
34									43.6 28	42.8 28	42.1 28	41.4 28	40.6 28	39.9 27	39.2 27	38.5 27	
	III^h																

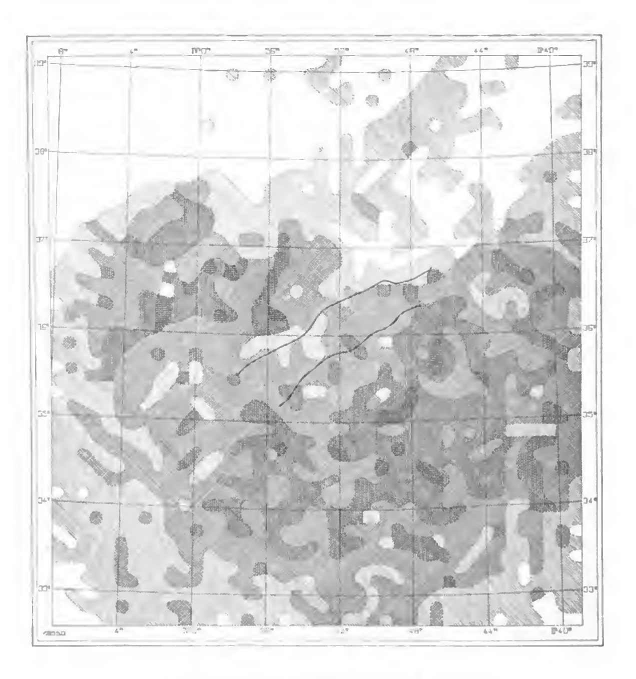
	h	g	f	e	d	c	b	a	
33	43.6 19	42.9 19	42.1 19	41.4 19	40.7 10	40.0 18	39.2 18	38.5 18	
32	43.6 10	42.9 10	42.2 10	41.4 10	40.7 10	40.0 9	39.3 9	38.5 9	+37°
31	43.6 2	42.9 2	42.2 2	41.5 2	40.7 2	40.0 1	39.3 1	38.6 1	
30	43.6 53	42.9 53	42.2 53	41.5 53	40.8 53	40.0 52	39.3 52	38.6 52	
29	43.6 44	42.9 44	42.2 44	41.5 44	40.8 44	40.1 43	39.3 43	38.6 43	
28	43.6 36	42.9 36	42.2 36	41.5 36	40.8 36	40.1 35	39.3 35	38.6 35	
27	43.7 27	42.9 27	42.2 27	41.5 27	40.8 27	40.1 26	39.4 26	38.6 26	+36°
26	43.7 18	43.0 18	42.2 18	41.5 18	40.8 18	40.1 17	39.4 17	38.7 17	
25	43.7 10	43.0 10	42.3 10	41.5 10	40.8 10	40.1 9	39.4 9	38.7 9	
24	43.7 1	43.0 1	42.3 1	41.6 1	40.9 1	40.1 0	39.4 0	38.7 0	
23	43.7 52	43.0 52	42.3 52	41.6 52	40.9 52	40.2 51	39.4 51	38.7 51	
22	43.7 44	43.0 44	42.3 44	41.6 44	40.9 44	40.2 43	39.5 43	38.7 43	
21	43.7 35	43.0 35	42.3 35	41.6 35	40.9 35	40.2 34	39.5 34	38.8 34	+35°
20	43.7 26	43.0 26	42.3 26	41.6 26	40.9 26	40.2 25	39.5 25	38.8 25	
19	43.8 17	43.1 17	42.3 17	41.6 17	40.9 17	40.2 16	39.5 16	38.8 16	
18	43.8 9	43.1 9	42.4 9	41.7 9	41.0 9	40.2 8	39.5 8	38.8 8	
17	43.8 0	43.1 0	42.4 0	41.7 0	41.0 0	40.3 59	39.6 59	38.9 59	
16	43.8 51	43.1 51	42.4 51	41.7 51	41.0 51	40.3 50	39.6 50	38.9 50	
15	43.8 42	43.1 42	42.4 42	41.7 42	41.0 42	40.3 41	39.6 41	38.9 41	
14	43.8 34	43.1 34	42.4 34	41.7 34	41.0 34	40.3 33	39.6 33	38.9 33	+34°
13	43.8 25	43.1 25	42.4 25	41.7 25	41.0 25	40.3 24	39.6 24	38.9 24	
12	43.8 16	43.1 16	42.4 16	41.7 16	41.0 16	40.3 15	39.6 15	38.9 15	
11	43.8 7	43.1 7	42.4 7	41.7 7	41.1 7	40.4 6	39.7 6	39.0 6	
10	43.9 59	43.2 59	42.5 59	41.8 59	41.1 59	40.4 58	39.7 58	39.0 58	
9	43.9 50	43.2 50	42.5 50	41.8 50	41.1 50	40.4 49	39.7 49	39.0 49	
8	43.9 41	43.2 41	42.5 41	41.8 41	41.1 41	40.4 40	39.7 40	39.0 40	

7	α	z	y	x	w	v	u	t	s	r	q	p	o	n	m	l	k	i									
7																			43.9 32	43.2 32	42.5 32	41.8 32	41.1 32	40.4 31	39.7 31	39.1 31	+33°
6	56.3 25	55.6 25	55.0 25	54.2 25	53.6 25	52.9 26	52.2 26	51.5 26	50.8 26	50.1 26	49.4 26	48.7 25	48.1 25	47.4 25	46.7 25	46.0 25	45.3 25	44.6 24	43.9 24	43.2 24	42.5 24	41.8 24	41.2 24	40.5 23	39.8 23	39.1 23	
5	56.3 16	55.6 16	55.0 16	54.2 16	53.6 16	52.9 17	52.2 17	51.5 17	50.8 17	50.1 17	49.4 17	48.8 16	48.1 16	47.4 16	46.7 16	46.0 10	45.3 16	44.6 15	43.9 15	43.2 15	42.6 15	41.9 15	41.2 15	40.5 14	39.8 14	39.1 14	
4	56.3 8	55.6 8	55.0 8	54.2 8	53.6 8	52.9 0	52.2 0	51.5 0	50.8 0	50.1 0	49.5 9	48.8 8	48.1 8	47.4 8	46.7 8	46.0 8	45.3 8	44.7 7	44.0 7	43.3 7	42.6 7	41.9 7	41.2 7	40.5 6	39.8 6	39.2 6	
3	56.3 59	55.6 59	54.9 59	54.2 59	53.6 59	52.9 0	52.2 0	51.5 0	50.8 0	50.1 0	49.5 0	48.8 59	48.1 59	47.4 59	46.7 59	46.0 59	45.4 59	44.7 58	44.0 58	43.3 58	42.6 58	41.9 58	41.3 58	40.6 57	39.9 57	39.2 57	
2	56.3 51	55.6 51	54.9 51	54.2 51	53.6 51	52.9 52	52.2 52	51.5 52	50.8 52	50.1 52	49.5 52	48.8 51	48.1 51	47.4 51	46.7 51	46.1 51	45.4 51	44.7 50	44.0 50	43.3 50	42.7 50	42.0 50	41.3 50	40.6 49	39.9 49	39.2 40	+32°
1	50.3 42	55.6 42	54.9 42	54.2 42	53.6 42	52.9 43	52.2 43	51.5 43	50.8 43	50.1 43	49.5 43	48.8 42	48.1 42	47.4 42	46.7 42	46.1 42	45.4 42	44.7 41	44.0 41	43.3 41	42.7 41	42.0 41	41.3 41	40.6 40	39.9 40	39.3 40	
	III^b																										

Tabelle III.

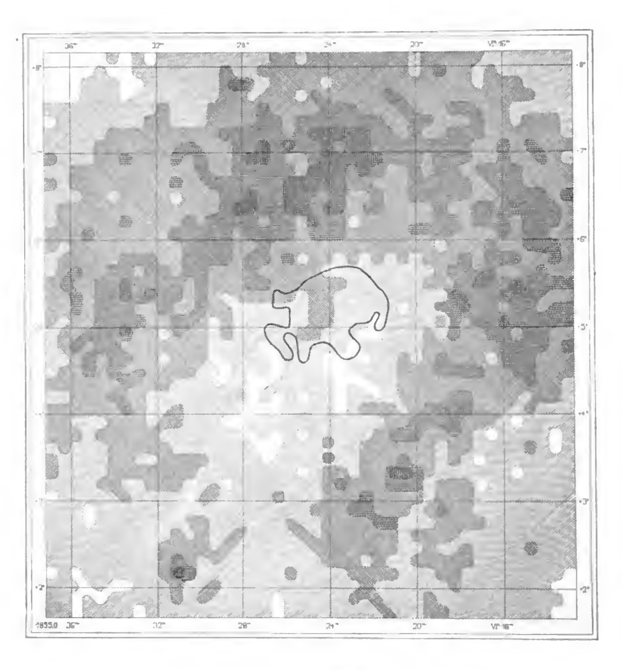
(Nebel bei 12 Monocerotis)

δ \ α	$6^h 36^m.9$	36.4	35.8	35.2	34.6	34.1	33.5	32.9	32.3	31.7	31.2	30.6	30.0	29.4	28.8	28.3	27.7	27.1	26.5	26.0	25.4	24.8	24.2	23.6	23.0	22.5	21.9	21.3	20.7	20.1	19.5	19.0	18.4	17.8	17.2	16.6	16.0	15.5	14.9	14.3	13.7	$6^h 13^m.1$
+8° 6'	18	13	9	17	21	27	18	30	23	42	26	40	37	48	44	41	45	42	52	63	48	60	52	59	52	61	57	62	51	47	55	53	60	58	57	39	45	38	42	37	34	29
57	13	7	12	19	40	22	25	27	29	41	43	41	29	40	63	50	49	54	63	53	74	74	55	51	54	55	54	64	60	39	63	77	71	55	45	60	50	38	50	43	39	31
48	22	14	24	30	29	33	21	25	33	39	45	38	38	39	63	81	79	48	71	62	67	75	47	55	56	66	56	72	67	71	65	59	64	61	49	57	59	52	49	45	41	32
40	24	11	25	27	44	33	24	36	40	40	32	30	35	50	68	69	45	54	65	68	49	87	69	65	64	64	66	77	74	66	71	69	73	61	69	68	60	59	59	39	43	35
31	28	33	32	29	46	40	33	41	38	67	50	32	41	51	71	62	59	83	71	74	56	74	95	79	85	66	69	66	82	73	74	73	86	76	60	58	68	41	37	45	40	43
23	25	30	36	41	50	47	40	41	60	71	45	49	49	73	66	74	71	81	83	75	83	79	93	89	84	90	92	72	73	82	81	70	75	75	82	69	55	39	68	53	53	45
14	37	34	37	42	48	54	60	62	58	55	62	60	64	61	79	100	87	88	97	75	79	112	114	111	110	106	82	82	63	87	72	72	83	80	83	63	59	56	63	68	54	49
+7 5	38	49	44	50	55	64	62	51	59	60	75	82	75	70	64	85	92	120	93	107	80	91	110	90	111	114	93	83	90	81	91	88	86	90	73	75	77	56	81	66	55	52
57	53	45	46	47	57	66	78	69	54	55	77	73	79	55	70	97	106	105	84	66	75	99	105	129	105	118	181	90	100	85	68	95	86	79	72	71	79	71	74	78	66	50
48	38	40	56	56	70	54	60	58	64	67	68	75	77	69	63	88	84	78	86	90	66	110	111	118	92	111	90	74	70	87	74	79	89	72	85	81	86	76	66	70	61	60
39	55	49	51	57	54	61	68	61	66	75	76	69	70	77	79	96	94	87	79	119	116	118	109	110	81	85	65	53	64	76	95	89	100	94	59	77	81	84	75	75	66	60
31	36	32	49	55	62	47	61	60	66	73	50	58	74	64	94	92	138	92	84	114	106	102	99	101	62	67	81	60	64	89	77	93	76	78	71	74	84	84	88	83	75	78
22	40	56	51	54	64	64	72	65	67	75	71	73	73	68	100	102	111	91	84	106	111	87	101	103	62	90	84	63	58	57	62	82	74	71	79	86	91	78	98	82	80	67
13	38	57	59	61	54	67	80	71	65	68	59	83	71	99	99	95	98	72	79	87	69	104	82	98	47	65	54	56	54	55	70	93	82	75	82	84	93	74	86	89	80	66
+6 5	62	59	64	76	55	54	69	68	71	55	84	99	93	82	90	69	89	76	76	77	59	78	79	81	57	64	73	69	67	76	78	81	78	58	68	75	90	60	77	79	71	67
56	61	50	61	56	61	58	69	63	66	47	73	89	89	96	86	67	69	87	63	54	53	65	75	58	52	58	67	75	71	65	52	48	57	61	74	93	70	65	90	82	76	51
47	44	68	65	73	64	72	78	77	87	75	72	90	96	82	93	60	83	77	65	78	50	57	62	38	58	50	55	49	64	44	53	53	70	81	55	86	83	76	68	73	81	53
39	50	60	78	70	63	92	84	75	79	77	72	84	80	75	68	67	82	71	61	74	53	68	41	45	33	42	50	47	37	39	40	72	77	97	71	104	74	72	74	77	71	67
30	68	87	71	67	78	83	103	93	77	84	83	74	86	70	57	75	76	96	71	57	56	57	64	56	36	31	30	37	44	39	58	66	71	84	103	92	85	103	98	97	93	77
21	62	70	77	74	76	78	103	93	105	89	82	75	78	61	43	63	64	69	53	51	43	65	62	44	40	40	34	36	31	35	47	50	108	87	98	82	81	95	91	73	75	69
12	59	62	85	66	84	82	80	66	74	80	71	73	76	65	51	41	47	46	42	39	37	55	58	44	42	44	30	37	23	41	43	77	99	117	94	82	71	92	81	62	83	79
+5 4	54	44	59	65	79	96	79	82	64	67	92	79	69	48	64	42	41	29	34	50	42	68	59	49	41	43	24	38	41	42	43	70	96	73	84	91	112	96	94	82	80	80
55	45	54	75	77	80	92	103	57	54	47	85	72	73	48	63	47	34	29	27	38	51	72	44	40	37	21	23	35	41	34	53	50	76	73	66	83	87	73	77	79	71	73
46	43	63	98	71	94	84	73	60	58	60	66	70	58	44	40	49	37	24	35	33	35	50	45	39	21	33	30	40	42	30	55	66	62	57	72	68	97	82	82	81	70	76
37	48	42	62	85	71	94	81	65	71	48	75	57	55	21	32	45	28	28	22	36	35	32	25	25	29	25	29	33	60	44	53	53	77	62	70	43	78	85	77	68	67	74
29	48	54	60	78	60	82	73	92	66	75	57	60	37	28	21	29	21	30	21	40	34	31	18	22	17	27	33	39	53	69	57	71	77	77	92	66	68	81	83	68	51	59
20	53	56	59	69	67	69	87	66	53	58	45	47	29	25	26	32	24	25	42	37	30	30	33	24	28	23	34	44	63	60	68	69	70	68	59	67	62	73	80	51	55	43
11	44	49	59	64	73	82	70	63	47	48	50	37	35	29	30	36	20	26	24	31	21	31	29	23	28	47	24	44	63	73	73	64	99	88	70	54	62	53	46	54	69	37
+4 3	60	63	65	70	69	67	78	72	39	46	53	47	26	28	26	27	18	25	21	33	35	44	26	24	42	53	56	72	49	75	80	87	94	80	67	65	52	39	52	45	48	38
54	53	68	50	46	49	62	62	69	44	51	58	41	27	27	24	24	35	27	34	26	29	30	32	26	32	42	39	71	75	80	91	76	98	58	58	52	28	25	46	35	42	35
46	60	61	59	47	58	67	68	67	52	43	41	42	42	32	27	26	23	34	21	29	22	34	46	32	30	35	53	94	84	66	64	74	77	59	34	21	32	36	34	34	22	31
37	38	67	46	47	47	60	72	60	55	59	49	33	48	29	41	35	27	24	20	30	29	42	60	49	38	53	67	72	69	50	51	50	68	52	35	30	41	45	51	32	22	27
28	57	43	42	49	45	68	63	49	48	66	65	54	54	38	30	28	40	25	28	34	30	49	77	45	40	72	61	72	87	68	51	44	58	31	16	28	37	39	36	42	33	28
20	51	43	39	46	50	53	66	53	55	67	60	62	46	38	44	33	34	31	37	24	22	43	70	51	44	63	59	106	112	76	55	48	35	38	41	38	44	24	33	48	44	44
11	32	43	30	31	55	54	50	48	62	58	55	41	49	57	25	35	42	34	29	42	43	43	72	84	55	54	51	79	79	84	49	56	64	62	25	34	42	37	50	45	34	34
+3 2	20	33	35	31	46	46	66	42	48	45	49	25	53	37	30	33	36	40	58	40	39	42	74	67	55	76	68	53	116	65	47	55	74	59	41	40	31	35	44	44	34	35
54	32	27	35	25	32	43	37	37	30	41	46	42	50	41	45	38	42	42	43	37	38	51	71	61	79	81	63	66	73	48	55	77	55	59	32	46	48	29	50	46	29	37
45	42	45	20	23	28	41	36	33	30	36	37	53	51	34	48	36	35	37	43	59	29	44	71	54	60	69	88	77	44	45	47	54	54	58	52	39	42	36	50	39	37	30
37	43	48	27	38	35	33	34	46	40	50	51	48	52	50	46	51	40	32	46	43	56	47	52	75	58	69	65	70	48	66	53	54	59	45	50	35	39	43	46	47	37	41
28	50	40	35	43	29	31	32	32	49	67	69	52	64	41	51	39	39	36	40	46	38	57	71	63	71	52	62	57	35	41	51	33	42	51	36	46	40	33	53	34	40	37
20	39	31	31	32	41	39	29	26	40	62	82	60	50	52	40	31	32	36	37	41	42	46	56	53	57	45	54	50	39	57	56	56	55	54	46	35	38	32	34	37	35	26
11	24	29	24	31	34	30	33	34	41	67	136	77	47	39	38	46	29	31	32	58	46	48	45	50	59	53	60	65	37	50	44	62	52	43	36	29	32	32	34	36	29	22
+2 3	26	29	28	20	32	25	25	31	32	50	66	45	45	52	40	48	35	36	35	36	42	50	46	37	30	53	40	43	45	35	32	39	56	39	36	38	36	27	37	31	20	20
54	30	28	17	29	23	36	35	29	40	49	53	49	51	46	37	47	40	34	22	40	50	40	41	29	55	45	53	40	36	34	55	39	43	31	40	29	32	34	38	26	26	23
+1 45	27	35	21	32	36	29	30	23	35	44	29	45	29	35	45	32	41	29	18	33	48	41	33	36	39	42	41	51	32	45	57	52	45	35	43	31	29	29	30	28	22	24



Sternverteilung um den ξ Persei-Nebel

(Publ. d. Astrophys. Inst. Königstuhl-Heidelberg II Nr. 11, Tafel I)



Sternverteilung um den 12 Monocerotis-Nebel

(Publ. d. Astrophys. Inst. Königstuhl-Heidelberg II Nr. 11, Tafel II)

PUBLIKATIONEN
DES
ASTROPHYSIKALISCHEN INSTITUTS
KÖNIGSTUHL-HEIDELBERG

BAND II. No. 12.

Bestimmung von Sternpositionen aus photographischen Aufnahmen durch Interpolations- und Abbildungsverfahren.

Für die Berechnung von Sternpositionen aus photographischen Aufnahmen sind vielfach Reduktionsmethoden angegeben worden, von denen hier zwei der hauptsächlichsten skizziert werden mögen.

1. Methode von van de Sande Bakhuyzen.

Die gemessenen rechtwinkligen Koordinaten x_1 und y_1 eines Sterns werden zunächst von der Aberration und Refraktion befreit, sowie mit etwaigen Korrektionen wegen Verzerrung, Distorsion, Fehler des Nullpunkts, Fehler der Gitterneigung gegen den Parallel, Fehler des Maßstabs und der Stellung der Platte während der Aufnahme, versehen. Es werden also die verbesserten Koordinaten:

$$x_o = x_1 + R_x + Q_x + \Delta_x$$

$$y_o = y_1 + R_y + Q_y + \Delta_y.$$

Diesen x_o und y_o sind nun je 3 weitere Korrektionen hinzuzufügen wegen falscher Orientierung des Netzes, Fehler des Bogenwerts und Neigung der Platte gegen die optische Axe. Die Gesamtfehler können also durch 6 Unbekannte dargestellt werden, welche durch die Vergleichung der auf der Platte gemessenen Koordinaten der Anhaltsterne mit jenen aus den Positionen derselben Sterne abgeleiteten (ξ_o, η_o) zu bestimmen sind. Es gibt jeder Stern 2 Gleichungen von der Form:

$$\xi_o - x_o = k_x + l_x x_o + m_x y_o$$

$$\eta_o - y_o = k_y + l_y x_o + m_y y_o.$$

Aus mindestens 3 Sternen werden also die Unbekannten bestimmt; bei mehr Anhaltsternen geschieht die Bestimmung vermittels der Methode der kleinsten Quadrate. Durch Einsetzung der jetzt bekannten Konstanten in dieselben Gleichungen findet man die Korrektionen $\xi_i - x_i$ und $\eta_i - y_i$ für die gesuchten Objekte. Durch Anbringen dieser Korrektionen an die gemessenen Koordinaten dieser Objekte erhält man dann die „Idealkoordinaten" derselben, deren Verwandlung in Rektaszension und Deklination durch Einsetzung in Reihen von der Form:

$$\Delta\alpha = x \sec\delta + xy \sec\delta \operatorname{tg}\delta - \frac{1}{3} x^3$$

$$\Delta\delta = y - \frac{1}{2} x^2 \operatorname{tg}\delta - \frac{1}{2} x^2 y \sec^2\delta - \frac{1}{3} y^3$$

ausgeführt wird.

Setzen wir den Fall, wir wollten ein unbekanntes Objekt nach dieser Methode an 3 Sterne anschließen und dabei von Refraktion, Aberration, Plattenfehlern u. s. w. ganz absehen, dann hätten wir nach Ausmessung der Platte und Reduktion der Katalogörter zweimal drei Gleichungen nach den jeweils 3 unbekannten Konstanten aufzulösen. Hierauf erst wären die sphärischen Koordinaten mit den Reihen zu berechnen.

2. Turnersche Methode.

Turner geht weiter in der Vereinfachung seiner Reduktionsmethode, indem er empfiehlt, alle kleineren Korrektionen noch in die Ausgleichung hineinzunehmen. Be-

deuten a_0 und p_0 die Rektaszension und Poldistanz eines Anschlußsterns, A und P jene des Hauptsterns, so wird für jeden Vergleichstern

$$X_0 = \frac{\operatorname{tg}(a_0 - A) \sin q_0}{\cos (P - q_0)}$$

$$Y_0 = \operatorname{tg}(P - q_0),$$

wo

$$\operatorname{tg} q_0 = \operatorname{tg} p_0 \cos (a_0 - A).$$

Man erhält die Bedingungsgleichungen

$$X_0 = ax_0 + by_0 + c$$

$$Y_0 = dx_0 + ey_0 + f,$$

worin x_0 und y_0 die gemessenen Koordinaten auf der Platte bedeuten.

Aus 3 Paaren solcher Gleichungen sind die Konstanten a, b, c, d, e und f bestimmbar. Mit Hilfe derselben ergeben sich für einen unbekannten Stern:

$$X = ax + by + c$$

$$Y = dx + ey + f.$$

Diese „Standard-Coordinates" können dann in Rektaszension und Deklination umgewandelt werden durch die Formeln:

$$q = P - \operatorname{arc} \operatorname{tg} Y$$

$$\operatorname{tg}(a - A) = \frac{X \cos (P - q)}{\sin q}$$

$$\operatorname{tg} p = \operatorname{tg} q \sec (a - A).$$

Zur Bestimmung eines unbekannten Objekts braucht man dabei mindestens 3 Sterne. Sie ergeben zweimal 3 Gleichungen, die jeweils nach den 3 Unbekannten aufzulösen sind. Dabei pflegen wir hier den angenähert bekannten Ort des gesuchten Objekts als Koordinatenanfang zu wählen. Die Konstanten c und f geben dann die Korrektion des angenommenen Ortes des gesuchten Objekts.

Nach Ausmessung der 3 Sterne und des unbekannten Objektes (16 Ordinaten) und der Reduktion der Anschlußsterne, hat man also zuerst aus den sphärischen Koordinaten die rechtwinkligen Koordinaten auszurechnen. Darnach sind die 6 Gleichungen anzusetzen und aufzulösen. Bei kleinem Fehler in der Annahme des Nullpunktes kann man dann direkt $c \cdot \cos \delta = \Delta a$ und $f = \Delta \delta$ verwenden.

Die Vorteile der Anwendung der Photographie auf dem Gebiete der Astronomie lassen sich gewiß nicht verkennen. Jede Aufnahme kommt einer zu beliebiger Zeit verwendbaren Beobachtung gleich und man erhält ein großes Beobachtungsmaterial, das der Auswertung harrt. Der erfreulichen Tatsache, daß seit der Verwendung der Photographie in der Astronomie dieselbe eine wesentliche Mehrleistung bezüglich der Auffindung schwacher und unbekannter Objekte zu verzeichnen hat, steht leider der Umstand gegenüber, daß die Ermittlung von Sternpositionen auf photographischem Weg sehr viel mehr Zeit beansprucht als durch die direkte Beobachtung. Als Beispiel mag angeführt werden, daß Dr. Palisa in günstigen Fällen in der Zeit, in welcher hier eine Aufnahme zur Aufsuchung eines Kometen oder Planeten gemacht wird, etwa 8 solcher Objekte, deren Ort ihm angenähert bekannt ist, direkt mikrometrisch ausmessen kann. Mit der Aufnahme ist aber die Position des gesuchten Objekts der Platte noch lange nicht gefunden, sondern jetzt kommt erst die Vermessung der Position auf der Platte und dann das zeitraubendste, nämlich die Berechnung derselben, die wohl 4 bis 10 mal soviel Arbeit erfordert als die Reduktion einer Mikrometerbeobachtung.

Benutzt man zur Berechnung eine der vorstehend skizzierten Methoden, und zwar wollen wir annehmen die rascheste derselben, die Turnersche in der Modifikation für 3 Sterne, so beläuft sich die Zeitdauer der Berechnung auf etwa 2—4 Stunden. Rechnet man Aufnahme, Entwicklung und Vermessung dazu, so stellt sich die nötige Zeit zur Erlangung der Position auf etwa 10 Stunden, die sich aber wegen der verschiedenartigen Arbeiten im günstigsten Falle auf einen vollen Tag für eine einzige Position verteilen werden. Es ist deshalb klar, daß es das dringendste Bedürfnis ist, die Berechnung der Positionen so viel als äußerst möglich zu vereinfachen.

Nicht zu vergessen ist, daß jede der vorstehenden Reduktionsmethoden außer dem Plattenmittelpunkt mindestens noch 3 Anschlußsterne benötigt, welche oft schwer in der Nachbarschaft des gesuchten Objekts zu bekommen sind. Eine Interpolation des gesuchten Objekts zwischen 2 Anhaltsternen, wie sie nachstehend erörtert wird, dürfte auch aus diesem Grund willkommen sein.

Im folgenden wird nämlich angestrebt werden, eine möglichst kompendiöse Methode herzuleiten, die wenigstens einigermaßen rasch und dabei relativ genau den mittleren Ort eines unbekannten Objekts liefert. Es ist hiebei fast ausschließlich die Berechnung von einzelnen Planeten- bezw. Kometen-Positionen ins Auge gefaßt und dabei von allen Korrektionen abgesehen, deren Einflüsse im Vergleich zur Messungsgenauigkeit und der Genauigkeit der Anhaltsterne unwesentlich sind, damit sich eben die Rechnung möglichst einfach gestalten soll. Auf die Differentialrefraktion kann selbstverständlich zum Schluß Rücksicht genommen werden.

Erster Teil.

Ermittelung des Ortes eines Gestirns durch einfaches Interpolationsverfahren.

Es handelt sich in den meisten Fällen nur um die Positionsbestimmung eines Objektes auf einer Platte. Da man sich im allgemeinen mit einer Genauigkeit von einigen Zehnteln der Bogensekunde in diesen Positionen begnügt, bezw. selbst bei schärfster Rechnung begnügen müßte infolge der Unsicherheit der zur Verfügung stehenden Anhaltsterne und der Messungsunsicherheit, so möchte man natürlich die Messung sowie Rechnung auf ein Minimum beschränken. Professor Wolf wendet deshalb in der Nähe des Äquators eine Koordinatentransformation an, die auch in gewissem Bereich vollständig genügende Resultate liefert, bei ungünstiger Lage der Sterne in hoher Deklination aber versagt. Auf dieses einfache Verfahren soll im folgenden eingegangen und gezeigt werden, wie dasselbe auch noch anwendbar wird in Fällen, wo es seither ausgeschlossen war. Die von Professor Wolf benutzte Methode ist folgende:

Es sei mit (3) ein unbekanntes Objekt auf einer Platte bezeichnet. Man sucht 2 ihren Koordinaten nach

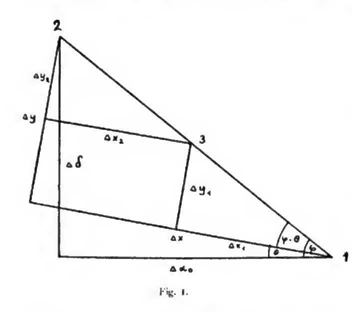


Fig. 1.

bekannte Sterne (1) und (2) in dessen Nähe so auf, daß (3) möglichst nahe der Mitte der Verbindungslinie von (1) und (2) zu liegen kommt.[1] Bezeichnet man die gemessenen Koordinatenunterschiede von (1) und (2) mit $\varDelta x$ und $\varDelta y$ in der Rektaszensions- und Deklinationsrichtung, mit Θ den Winkel, um den das Koordinatensystem der Rektaszension und Deklination von dem der ausgemessenen $\varDelta x$ und $\varDelta y$ auf der Platte abweicht, mit $\varDelta\delta$ die Deklinationsdifferenz der Sterne (1) und (2) und ebenso analog mit $\varDelta\alpha_o$ den mit $\cos\delta_m$ multiplizierten Rektaszensionsunterschied $\varDelta\alpha$, so folgt:

$$\varDelta\delta = \sigma\,(\varDelta y \cos\Theta + \varDelta x \sin\Theta)$$

$$\varDelta\alpha_o = \sigma\,(\varDelta x \cos\Theta - \varDelta y \sin\Theta),$$

wo σ die Maßzahl zur Überführung der gemessenen Millimeter in Bogensekunden ist. Der Winkel Θ ist aber stets sehr klein, weshalb diese Gleichungen für fast alle vorkommenden Fälle ersetzt werden können durch das Gleichungspaar:

$$\varDelta\delta = \sigma\,(\varDelta y + \varDelta x \sin\Theta)$$

$$\varDelta\alpha_o = \sigma\,(\varDelta x - \varDelta y \sin\Theta).$$

Selbstverständlich ist $\varDelta\alpha_o$ auch in Bogensekunden zu nehmen, d. h. es ist $\varDelta\alpha_o = 15\,\varDelta\alpha\cos\delta_m$, wo $\delta_m = \frac{\delta_1 + \delta_2}{2}$ ist.

Der Winkel Θ ergibt sich als Differenz der Winkel φ und $\varphi - \Theta$, welche erhalten werden nach den Gleichungen:

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{\varDelta y}{\varDelta x} \text{ und } \operatorname{tg}(\varphi - \Theta) = \frac{\varDelta\delta}{\varDelta\alpha_o}.$$

Aus den angeschriebenen Gleichungen für $\varDelta\delta$ und $\varDelta\alpha_o$ ergibt sich

$$\sigma = \frac{\varDelta\delta}{\varDelta y + \varDelta x \sin\Theta} = \frac{\varDelta\alpha_o}{\varDelta x - \varDelta y \sin\Theta}.$$

Nachdem nun so der Neigungswinkel Θ und die Maßeinheit σ aus den Anhaltsternen (1) und (2) bestimmt sind, lassen sich aus den gemessenen Koordinatendifferenzen $\varDelta x_1$, $\varDelta y_1$ und $\varDelta x_2$, $\varDelta y_2$ mit denselben Formeln die Deklinations- und Rektaszensionsdifferenzen $\varDelta\delta_1$, $\varDelta\alpha_1$ und $\varDelta\delta_2$, $\varDelta\alpha_2$ für das unbekannte Objekt (3) berechnen. Es wird nämlich:

$$\varDelta\delta_1 = \sigma\,(\varDelta y_1 + \varDelta x_1 \sin\Theta) = \sigma\,\varDelta y_{1c}$$

$$\varDelta\alpha_{o,1} = \sigma\,(\varDelta x_1 - \varDelta y_1 \sin\Theta) = \sigma\,\varDelta x_{1c},$$

woraus sich dann der Rektaszensionsunterschied ergibt:

$$\varDelta\alpha_1 = \frac{\varDelta\alpha_{o,1}}{15\cos\delta_{m_1}}, \text{ wo } \delta_{m_1} = \frac{\delta_1 + \delta_3}{2} \text{ ist.}$$

Analog wird:

$$\varDelta\delta_2 = \sigma\,\varDelta y_{2c} \text{ und } \varDelta\alpha_2 = \frac{\sigma\,\varDelta x_{2c}}{15\cos\delta_{m_2}}, \text{ wo } \delta_{m_2} = \frac{\delta_2 + \delta_3}{2} \text{ ist.}$$

[1] Mit (2) wird stets der Anhaltstern bezeichnet, welcher die größere Rektaszension besitzt.

Bezeichnet man mit (2) immer den Stern mit größerer Rektaszension, so werden Rektaszension und Deklination für das gesuchte Objekt schließlich:

$$\alpha_3 = \alpha_1 + \Delta\alpha_1 = \alpha_2 - \Delta\alpha_2$$

$$\delta_3 = \delta_1 \pm \Delta\delta_1 = \delta_2 \mp \Delta\delta_2.$$

Während die eigentliche Diskussion der vorstehenden Interpolationsmethode erst nach Anführung einiger Beispiele folgen soll, mögen hier nur noch einige praktische Bemerkungen Platz finden. Da es sich bei dieser Methode um eine Interpolation handelt, so ist natürlich bei der Wahl der Anhaltsterne darauf zu achten, daß das gesuchte Objekt auch wirklich interpoliert wird. Es sind also die Anhaltsterne womöglich so zu wählen, daß das gesuchte Objekt mit Rektaszension und Deklination zwischen die entsprechenden Größen der beiden Anhaltsterne zu liegen kommt. Bei einer etwa nicht zu umgehenden kleinen Extrapolation ist auf das Vorzeichen der einzelnen Koordinatenabschnitte zu achten. Es muß stets sein

$$\Delta x_1 + \Delta x_2 = \Delta x \text{ und } \Delta y_1 + \Delta y_2 = \Delta y.$$

Bei Beachtung dieser Vorzeichenregel und unter Beibehaltung des entsprechenden Vorzeichens von Θ kann stets mechanisch gerechnet werden nach den Formeln

$$\Delta x_c = \Delta x - \Delta y \sin\Theta \text{ und } \Delta y_c = \Delta y + \Delta x \sin\Theta.$$

Selbstverständlich kann das Vorzeichen der Korrektionsglieder $\Delta x \sin\Theta$, bezw. $\Delta y \sin\Theta$ jederzeit an Hand einer Skizze für jedes einzelne Beispiel festgestellt werden, jedoch ist die rechnerische Feststellung des Vorzeichens bequemer und korrekter.

Eine Berücksichtigung der Lage der Objekte in bezug auf die 4 Quadranten der Koordinatensysteme ist nicht nötig, denn es ergibt sich Θ immer mit dem Vorzeichen, für welches die obigen Formeln für Δx_c und Δy_c stimmen. Nur wenn man nicht haben wollte, daß für ein und dieselbe Platte Θ positiv und negativ wird, wenn die Objekte zweier Beispiele in nebeneinanderliegende Quadranten fallen, so müßten die Vorzeichen von Δx und Δy in bezug auf die verschiedenen Quadranten mit entsprechenden Vorzeichen versehen werden.

An der Hand einiger Beispiele will ich zeigen, wie weit die Genauigkeit der Interpolationsmethode reicht, bezw. wann sie versagt. Dabei sei erwähnt, daß die Methode seither im hiesigen Institut nur für niedere Deklinationen verwandt wurde, daß ich aber hier, wegen der folgenden Diskussion, gleich in hohe Deklinationen gehe. Dabei gebe ich die Koordinaten mit Übersichtskärtchen für eine größere Anzahl Sterne aus zwei Gegenden, weil es sich zeigte, daß für verschiedene Untersuchungen das Bedürfnis nach solchen vorliegt.

Beispiel aus der Gegend 38 *h* Persei.

NORD

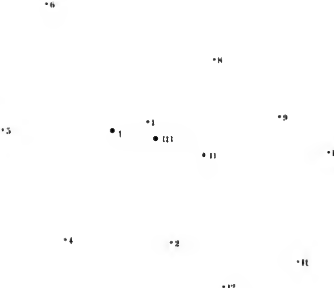


Fig. 2

Sternkoordinaten für 1905.0.

Objekt	Rektaszension [A.G.K.]	Deklination [A.G.K.]	[Örtel]	
I	2h 13m 14s.06	56° 52′ 49″.9	13s.914	49″.55
II	2 10 7.61	56 35 15.9	7.855	14.91
III	2 12 32.90	56 43 49.6	32.968	49.83
1	2 15 12.14	56 48 27.3		
2	2 12 1.73	55 56 12.1		
3	2 14 14.74	55 23 19.4		
4	2 17 59.93	56 00 24.4		
5	2 21 22.77	56 50 52.3		
6	2 18 35.65	57 46 21.6		
7	2 9 15.39	57 51 3.3		
8	2 8 58.50	57 19 12.7		
9	2 5 30.60	56 51 54.9		
10	2 2 52.65	56 32 26.6		
11	2 4 57.79	55 40 52.1		
12	2 9 11.94	55 33 11.7		

Die Aufnahme (Königstuhl B 1359) ist am 27. November 1905 von $6^h 26^m 45^s$ bis $6^h 32^m 45^s$ M.Z. Königstuhl gemacht mit der Linse *b* des Bruce-Teleskopes, deren Brennweite 2022 mm beträgt. Der Stundenwinkel der Mitte war $20^h 38^m$, die Zenitdistanz $30^\circ 24'$.

Beispiel 1: Objekt III zu bestimmen aus I und II.

	gemessen		gegeben		
Objekt	Δx	Δy	1905.0		
2—3	3.2790	5.2967	Rektaszension	Deklination	
(I) = 2	9.5270	2.4704	$2^h13^m13^s.914$	56°52′49″.55	$\delta_{m2} = 56°48'19''.27$
(III) = 3	12.8060	2.8263		[56 43 48.99]	$\delta_m = 56\ 44\ \ 2.23$
(II) = 1	24.5490	7.8541	2 10 7.855	56 35 14.91	$\delta_{m1} = 56\ 39\ 31.95$
1—2	15.0220	10.3245	3 6.059	17 34.64	
1—3	11.7430	5.0278	= 186ˢ.059	= 1054″.64	

$\Delta\alpha$	2.269651	
15	1.176091	
$\cos\delta_{m1,2}$	9.739199	$\Delta x_{corr} = 15.0107$
$\Delta\alpha_\varphi$	3.184941	$\Delta x = 15.0220$
Δx_{corr}	1.176401	$\Delta y \sin\Theta = \ 0.0113$
$\Delta\delta$	3.023104	$\Delta x \sin\Theta = \ 0.0165$
Δy_{corr}	1.014563	$\Delta y = 10.3245$
$\operatorname{tg}\varphi$	9.838163	$\Delta y_{corr} = 10.3410$
σ	2.008540	$\varphi = 34°33'48''.22$
$\Delta y \sin\Theta$	8.054818	$\varphi - \Theta = 34\ 30\ 01.56$
Δy	1.013869	$\Theta = \ 0\ \ 3\ 46.66$
$\sin\Theta$	7.040949	
Δx	1.176728	
$\operatorname{tg}(\varphi-\Theta)$	9.837141	
$\Delta x \sin\Theta$	8.217677	

Im Beispiel ist der Klarheit halber $\Delta x_{1,3}$ und $\Delta y_{1,3}$ geschrieben für Δx_1 und Δy_1, $\Delta x_{2,3}$ " $\Delta y_{2,3}$ " Δx_2 " Δy_2; analog $\Delta\delta_{1,3}$, $\Delta\delta_{2,3}$, $\Delta\alpha_{1,3}$ und $\Delta\alpha_{2,3}$ für $\Delta\delta_1$, $\Delta\delta_2$, $\Delta\alpha_1$ und $\Delta\alpha_2$.

Stern 2				Stern 1 ($\Delta x_{2,3}$, $\Delta y_{2,3}$ ersetzt durch $\Delta x_{1,3}$, $\Delta y_{1,3}$)	
$\lg \Delta x_{2,3}$	0.515741	$\lg \Delta y_{2,3}$	0.724005	1.069779	0.701378
$\lg \Delta x_{2,3} \sin\Theta$	7.556690	$\lg \Delta y_{2,3} \sin\Theta$	7.764954	8.110728	7.742327
$\Delta x_{2,3} \sin\Theta$	0.0036	$\Delta y_{2,3} \sin\Theta$	0.0058	0.0129	0.0055
$\Delta y_{2,3}$	5.2967	$\Delta x_{2,3}$	3.2790	5.0278	11.7430
$\Delta y_{2,3\,corr}$	5.3003	$\Delta x_{2,3\,corr}$	3.2732	5.0407	11.7375
$\lg \Delta y_{2,3\,corr}$	0.724300	$\lg \Delta x_{2,3\,corr}$	0.514973	0.702491	1.069576
$\lg \sigma \Delta y_{2,3\,corr}$	2.732840	$\lg \sigma \Delta x_{2,3\,corr}$	2.523513	2.711031	3.078116
$\Delta\delta_{2,3}''$	540″.555	$\lg 15 \cos\delta_{m2,3}$	0.914463	514″.08	0.916156
	= 9′ 0″.56	$\lg \Delta\alpha_{2,3}^s$	1.609050	= 8′34″.08	2.161960
δ_2	56 52 49.55	$\Delta\alpha_{2,3}^s$	40ˢ.649	56 35 14.91	145ˢ.198
δ_3	56°43′48″.99	α_2	2 13 13.914	56°43′48″.99	= $2^m25^s.198$
		α_3	$2^h12^m33^s.265$		2 10 7.855
					$2^h12^m33^s.053$

$15 \cos\delta_{m2,3}$	0.914463
$\cos\delta_{m2,3}$	9.738372
15	1.176091
$\cos\delta_{m1,3}$	9.740065
$15 \cos\delta_{m1,3}$	0.916156

Die Rechnung ergibt somit für die Koordinaten des Sterns 3 = (III):

$$\alpha = 2^h12^m33^s.159 \qquad \delta = 56°43'48''.99.$$

Nach den Katalogkoordinaten hätte die Rechnung ergeben sollen:

$$\alpha = 2^h12^m32^s.968 \qquad \delta = 56°43'49''.83.$$

Fehlbetrag **0.191 = 2″.86** **0″.84.**

Beispiel **2**: Objekt 12 aus 3 und 11.

Aus der Messung

$\Delta x = 46.2407$	$\Delta y = 10.6373$
$\Delta x_1 = 21.0211$	$\Delta y_1 = \ 4.8406$
$\Delta x_2 = 25.2196$	$\Delta y_2 = \ 5.7967$

folgen die Koordinaten des gesuchten Objekts 12:

$$\alpha = 2^h09^m11^s.49 \qquad \delta = 55°32'53''.0.$$

Nach den Katalogkoordinaten hätte die Rechnung ergeben sollen:

$$\alpha = 2^h 09^m 11^s.94 \qquad \delta = 55°33'11''.7$$

Fehlbetrag 0.45 18.7.

Beispiel 3: Objekt 8 aus 7 und 11.

Aus der Messung

$$\Delta x = 22.0084 \qquad \Delta y = 76.1570$$
$$\Delta x_1 = 20.5162 \qquad \Delta y_1 = 57.4676$$
$$\Delta x_2 = 1.4922 \qquad \Delta y_2 = 18.6894$$

folgen die Koordinaten des gesuchten Objektes 8:

$$\alpha = 2^h 08^m 59^s.70 \qquad \delta = 57°19'13''.0.$$

Nach den Katalogkoordinaten hätte die Rechnung ergeben sollen:

$$\alpha = 2^h 08^m 58^s.50 \qquad \delta = 57°19'12''.7$$

Fehlbetrag 1.2 0.3.

Beispiele aus der Gegend λ Ursae maioris.

NORD

Fig. 3

Sternkoordinaten für 1900.0.

Objekt	[Catalogue Photographique du Ciel Zone de Helsingfors] α	δ	[A.G.K.] α	δ	[H. et B. Zones] α	δ
M[1]	10h 11m 4s.298	43° 24′ 50″.35	4s.49	50″.4	4s.17	49″.9
1	11 12.232	43 8 10.64	12.20	12.4	12.20	12.4
2	13 17.234	43 43 17.68				
3	10 43.687	43 52 58.37				
4	8 1.041	43 31 24.31				
5	15 13.829	43 20 42 24	13.68	42.8	13.68	42.8
6	10h 15m 40s.770	44° 5′ 27″.58				
7	12 54.239	44 12 0.89				
8	9 4.487	44 14 50.64				
9	7 53.091	44 3 56.72	53s.07	55″.9	53s.01	55″.9
10	5 6.276	43 49 52.17				
11	7 14.054	43 14 47.39				
12	10 20.405	42 52 13.79	20.53	14.3	20.53	14.3
13	11 56.021	42 23 8.42				
14	14 56.598	42 41 26.39				
15	16 34.959	43 7 17.12	35.08	18.2	35.08	18.2
16	18 21.252	43 26 7.66				
17[1]	12 46.803	44 33 26.89	46.71	30.4	46.76	26.4
18	6 20.641	44 9 23.72				
19	5 52.804	42 52 45.08				
20	9 24.764	42 22 19.94	24.79	19.2	24.79	19.2

[1] M = λ Ursae maioris hat große E.B., ebenso ★ 17.

Die vermessene Aufnahme (Königstuhl B 1423) ist genommen 1906 Februar 15 von $12^h 40^m 5^s$ bis $13^h 2^m 5^s$ M.Z. Königstuhl mit der Linse *b* des Bruce-Teleskopes. Der Stundenwinkel der Aufnahme war $0^h 20^m$, die Zenitdistanz $6°52'$.

Beispiel 4: Objekt 4 aus 12 und 18.

Aus der Messung

$$\Delta x = 25.8027 \qquad \Delta y = 45.2975$$
$$\Delta x_1 = 10.6838 \qquad \Delta y_1 = 22.3529$$
$$\Delta x_2 = 15.1189 \qquad \Delta y_2 = 22.9446$$

folgen die Koordinaten des gesuchten Objektes 4:

$$\alpha = 10^h 08^m 0^s.394 \qquad \delta = 43°31'20''.02.$$

Nach den Katalogkoordinaten hätte die Rechnung ergeben sollen:

$$\alpha = 10^h 08^m 1^s.041 \qquad \delta = 43°31'24''.34$$

Fehlbetrag 0.647 4.32.

Beispiel 5: Objekt 5 aus 14 und 6.

Aus der Messung

$$\Delta x = 3.4526 \qquad \Delta y = 49.5769$$
$$\Delta x_1 = 1.2817 \qquad \Delta y_1 = 23.1562$$
$$\Delta x_2 = 2.1709 \qquad \Delta y_2 = 26.4207$$

folgen die Koordinaten des gesuchten Objekts 5:

$$\alpha = 10^h 15^m 14^s.010 \qquad \delta = 43°20'41''.86.$$

Nach den Katalogkoordinaten hätte die Rechnung ergeben sollen:

$$\alpha = 10^h 15^m 13^s.829 \qquad \delta = 43°20'42''.24$$

Fehlbetrag 0.181 0.38.

Beispiel 6: Objekt 3 aus 19 und 7.

Aus der Messung

$$\Delta x = 44.5970 \qquad \Delta y = 47.0203$$
$$\Delta x_1 = 30.9484 \qquad \Delta y_1 = 35.5938$$
$$\Delta x_2 = 13.6486 \qquad \Delta y_2 = 11.4265$$

folgen die Koordinaten des gesuchten Objekts 3:

$$\alpha = 10^h 10^m 44^s\!.548 \qquad \delta = 43^\circ 52' 47''\!.42.$$

Nach den Katalogkoordinaten hätte die Rechnung ergeben sollen:

$$\alpha = 10^h 10^m 43^s\!.687 \qquad \delta = 43^\circ 52' 58''\!.37$$

Fehlbetrag **0.861** **10.95.**

Die Beispiele 2 und 5 zeigen, daß die Auswahl der Anhaltsterne zweckmäßig so zu treffen ist, daß φ möglichst groß wird. Auch die Formeln für die Θ-Korrektion in der später folgenden Verbesserungsmethode II weisen auf diese Auswahl der Anhaltsterne hin.

Aus den angeführten Beispielen ergibt sich, daß bei den benutzten hohen Deklinationen die Interpolationsmethode nicht genau die verlangten richtigen Positionen liefert, sondern daß vielmehr in beiden Koordinaten mehr oder weniger beträchtliche Abweichungen übrig bleiben.

Ehe wir daran gehen, Mittel zu finden, diese Abweichungen zu beseitigen, wollen wir noch einige Punkte besprechen, die für die Interpolationsmethode von Interesse sind. Zuerst wollen wir uns fragen, von welcher Bedeutung die Refraktion und die Aberration für die Positionsbestimmungen sind. Dann wollen wir uns klar machen, ob die benutzte Rechnungsschärfe genügend ist und schließlich, wovon die Unterschiede der aus dem einen oder anderen der Anhaltsterne abgeleiteten Rektaszensionsdifferenzen unter sich beruhen.

Einfluß der Refraktion und Aberration.

Bei der Berechnung der Koordinaten aus der Platte kann die Refraktion in folgender Weise fehlerhaft wirken. Infolge des Unterschiedes in der Refraktion der zwei Anhaltsterne wird ihre Distanz verkleinert und der Positionswinkel geändert und dadurch bei Benutzung ihrer Katalogkoordinaten ein unrichtiger Skalenwert σ und eine unrichtige Neigung Θ erzielt. Aber die Herleitung des Ortes des zu bestimmenden dritten Sterns wird wieder mit diesen Werten ausgeführt. Der Ort des gesuchten Objekts kann daher nur um soviel unrichtig ausfallen, als der Verlauf der Refraktion von den Sternen bis zum gesuchten Objekt vom linearen Verlaufe abweicht. Das gleiche gilt von dem Einfluß der Aberration. Für die vorliegenden Beispiele verlaufen die Korrektionsbeträge wegen Differentialrefraktion und Differentialaberration genügend genau proportional den Distanzen. In allen Fällen, wo dieses zutrifft, ist eine Berechnung der Beträge nicht nötig, da sie, wie gesagt, in den Rechnungsgrößen Θ und σ bei der Herleitung des gesuchten Ortes mitwirken. Für das Beispiel 3, wo die Differentialrefraktion unter allen hier vorkommenden Beispielen weitaus ihren größten Wert annimmt, wurde dieselbe nach den Differentialformeln berechnet, und es ergab sich für die Differentialrefraktion zwischen ✱ 11 und ✱ 7, die in δ um $2^\circ 10'$ und in α um $4^m 18^s$ auseinanderliegen

$$\delta(\Delta\alpha_{11,7}) = 1''\!.70 \qquad \delta(\Delta\delta_{11,7}) = 1''\!.61.$$

Die mit diesen Beträgen verbesserten $\Delta\alpha$ und $\Delta\delta$ liefern bei Durchführung der Positionsbestimmung bis auf $0''\!.1$ genau dieselben Koordinaten für das gesuchte Objekt (8), als sie die Interpolationsrechnung ohne Berücksichtigung der Refraktion ergeben hatte. Die kleinen Beträge verlaufen eben hier noch genügend genau den Distanzen proportional, weil die Funktion tg z, von der die Refraktionsbeträge wesentlich abhängen, innerhalb der vorkommenden Grenzen noch genügend proportional mit z selbst wächst.

Die Differentialaberration hat ihren größten Einfluß bei den Beispielen aus der Gegend um λ Ursae. Für Beispiel 6 wurde dieselbe berechnet. Ich fand:

$$d\delta \text{ für } (19)\,\&\,(7) = +0''\!.46 \qquad d\alpha \text{ für } (19)\,\&\,(7) = -0''\!.33$$
$$(19)\,\&\,(3) = +0.36 \qquad (19)\,\&\,(3) = -0.22.$$

Da hiebei die entsprechenden Rektaszensions- und Deklinationsunterschiede:

$$\Delta\alpha \text{ für } (19)\,\&\,(7) = 421''\!.4 \qquad \Delta\delta \text{ für } (19)\,\&\,(7) = 4755''\!.8$$
$$(19)\,\&\,(3) = 291.9 \qquad (19)\,\&\,(3) = 3602.3$$

betragen, so sieht man, daß die Differentialaberration bei solchen Fällen genügend proportional den Distanzen verläuft. Es bedarf also für unsere Zwecke auch keiner Berücksichtigung der Aberration.

Rechnungsschärfe.

Die Auswertungen von Beobachtungen sind immer mit einer den Messungen entsprechenden Rechnungsschärfe zu führen. Eine übertriebene Rechnungsschärfe hat immer eine größere oder kleinere Zeitvergeudung im Gefolge und ist deshalb stets zu vermeiden. Für die vorstehenden Beispiele wurde fünfstellige logarithmische Rechnung gewählt. Die Ausmessung der Objekte ist mit einem Repsoldschen Meßapparat in den 4 Lagen der Platte gemacht. Man erhält so für die Δx und Δy je 2 Werte, die zum Mittel vereinigt werden. Bei einer solchen einmaligen Durchmessung der Objekte ist immerhin eine Unsicherheit von einigen Einheiten (ca. 4) der 3. Dezimale vorhanden, was annähernd derselben Anzahl von Zehnteln einer Bogensekunde entspricht. Erwägt man nun, daß durch fünfstellige Rechnung bei den vorkommenden Größen von Δx und Δy (35 mm entsprechen bei uns schon 1°) nur die letzte (5.) Dezimale um eine Einheit unsicher wird, was in den meisten Fällen nur einer Unsicherheit von einigen Hundertsteln der Bogensekunde

gleichkommt, während die Messung selbst eine Unsicherheit von einigen Zehnteln der Bogensekunde pro Position aufweist, so dürfte die ausreichende Genauigkeit der fünfstelligen Rechnung sofort einleuchtend sein. Nur wo größere Deklinations- bzw. Rektaszensionsunterschiede vorkommen, z. B. von mehr als $1^1/_4{}^\circ$, kann diese Unsicherheit der letzten Stelle des Logarithmus für $\Delta\delta$ bzw. $\Delta\alpha$ einer Unsicherheit von $^1/_{10}{}''$ und darüber hinaus entsprechen. In diesen Fällen, wo also die Anhaltsterne über $2^1/_2{}^\circ$ voneinander entfernt sind, müßte man entweder bei fünfstelliger Rechnung noch die sechste Stelle durch Interpolation berücksichtigen, oder aber direkt sechsstellig rechnen, um die Unsicherheit des Resultats $0''.1$ nicht erreichen zu lassen. Wenn also schon die Koordinaten der Anhaltsterne auf $^1/_{100}{}''$ genau bekannt wären, so wäre dennoch für die allgemein vorkommenden Fälle die fünfstellige logarithmische Rechnung genügend in Anbetracht der Messungsgenauigkeit. Für alle Fälle, wo die Anhaltsterne selbst mit größeren Unsicherheiten behaftet sind (wie z. B. die Positionen im A.G.-Katalog), ist eine mehr als fünfstellige Rechnung um so mehr als übertriebene Rechnungsgenauigkeit zu bezeichnen. Zum Beweis dafür, daß fünfstellige Rechnung genügt, habe ich das Beispiel 1 oben sechsstellig durchgeführt, während die fünfstellige Rechnung genau die gleichen Zahlen ergab. Dabei waren die Distanzen allerdings sehr klein. Ebenso wurde auch u. a. das Beispiel 5 [Objekt (5) aus (14) und (6)], bei welchem die Anhaltsterne (14) und (6) schon ziemlich entfernt vom gesuchten Objekt (5) liegen, sechsstellig bis zu den Gliedern Δy_{2t} usw. durchgeführt und es ergaben sich folgende Werte:

$$\Delta y_{2t} = 26.3649 \qquad \Delta x_{2t} = 2.8496$$
$$\Delta y_{1t} = 23.1233 \qquad \Delta x_{1t} = 1.8766,$$

während die mit fünfstelliger Rechnung erhaltenen Werte lauten:

$$26.3649 \quad 2.8496 \quad 23.1233 \quad 1.8765.$$

Also auch in diesem Beispiel ist nur in Δx_{1t} eine Abweichung der 4. Dezimale um eine Einheit zu verzeichnen, was also hier einer Schwankung von $0''.01 - 0''.02$ entsprechen würde. Für vorstehende und ähnliche Beispiele dürfte hiermit auch rechnerisch bestätigt sein, daß eine fünfstellige Rechnung völlig genügt.

In gleicher Weise spricht natürlich die Ungenauigkeit der im allgemeinen zur Verfügung stehenden Katalogspositionen für Beschränkung der Rechnungsschärfe. Im Anschluß hieran möge noch ein Beispiel über vorkommende Abweichungen bei Sternkoordinaten aus dem A.G.K. gegen andere Positionsangaben angeführt werden. Für die Koordinaten der Sterne im Beispiel 1 erhält man für 1905.0 nach dem A.G.K.

$$\alpha_I = 2^h 13^m 14^s.06 \qquad \delta_I = 56^\circ 32' 49''.9$$
$$\alpha_{II} = 2\ 10\ \ 7.61 \qquad \delta_{II} = 56\ 35\ 15.9$$
$$\alpha_{III} = 2\ 12\ 32.90 \qquad \delta_{III} = 56\ 43\ 49.6,$$

während nach Örtel (Neue Beobachtung und Ausmessung des Sternhaufens 38 *h* Persei) wird:

$$\alpha_I = 2^h 13^m 13^s.914 \qquad \delta_I = 56^\circ 32' 49''.55$$
$$\alpha_{II} = 2\ 10\ \ 7.855 \qquad \delta_{II} = 56\ 35\ 14.91$$
$$\alpha_{III} = 2\ 12\ 32.968 \qquad \delta_{III} = 56\ 43\ 49.83.$$

Es sind also in einer Erstreckung von rund $46'.5$ in Rektaszension und $8'.5$ in Deklination schon folgende Abweichungen vorhanden:

$$\Delta\alpha_I = +0^s.146 = +2''.3 \qquad \Delta\delta_I = +0''.35$$
$$\Delta\alpha_{II} = -0.245 = -3.68 \qquad \Delta\delta_{II} = +0.99$$
$$\Delta\alpha_{III} = -0.068 = -1.02 \qquad \Delta\delta_{III} = -0.23.$$

Wieviel davon auf die unbekannte Eigenbewegung kommt, läßt sich natürlich vorerst nicht angeben; für die Praxis sind aber die Örter mit diesen Unsicherheiten behaftet, und diese starken Abweichungen von $+2''.3$ bis $-3''.7$ in α und $+0''.99$ bis $-0''.23$ in δ dürften zur Genüge zeigen, daß eine besonders große Genauigkeit aus den Positionsangaben des A.G.K., wie ja verschiedentlich gefunden wurde, nicht zu erzielen ist und eine Rechnungsschärfe, welche die Zehntelbogensekunde noch auf eine Einheit sicher liefert, mehr als hinreichend ist. Für die Sterne der ersten 3 Beispiele (aus dem Sternhaufen 38 *h* Persei) sind die Koordinaten mit Ausnahme von I, II und III dem A.G.K. entnommen worden. Für die Sterne I—III sind die Örtelschen Positionen zur Rechnung verwendet worden. Für die Beispiele 4—6 (aus der Gegend von λ Ursae maioris) sind die Koordinaten dem »Catalogue Photographique du Ciel« (Zone de Helsingfors entre $+39^\circ$ et $+47^\circ$) entnommen.

Nach dem Gesagten dürfte kein Zweifel mehr bestehen, daß für die vorstehenden Beispiele und damit auch für die mit dieser Interpolationsmethode in der Praxis auszuwertenden Planetenpositionen fünfstellige logarithmische Rechnung vollständig ausreichend ist. Die Abweichungen der erhaltenen Resultate von den Sollwerten bei den vorgeführten extremen Beispielen rührt keineswegs von der Rechnungsschärfe, sondern nur von der Auswertungsmethode her, die bei diesen hohen Deklinationen versagt. Auch die teilweise auftretende Nichtübereinstimmung der beiden Werte für α rührt nicht von ungenauer Rechnung her, sondern nur von der Rechnungsmethode, wie nachher gezeigt werden soll.

Ob für die in den Beispielen und somit auch für fast alle praktisch vorkommenden Distanzen noch in der Ebene gerechnet werden darf, wird rasch dadurch entschieden werden können, daß man eine solche Distanz sphärisch berechnet aus den entsprechenden Sternkoordinaten und das Resultat vergleicht mit dem Wert, den man durch ebene Rechnung erhält. Es ergab sich bei sphärischer Rechnung die Entfernung der Anhaltsterne (1) und (2) des Beispiels 5 zu $1^\circ 24' 24''.15$ und bei ebener Rechnung zu $1^\circ 24' 24''.20$.

Ebenso wurde für Beispiel 3 sphärisch die Entfernung der Anhaltsterne zu $2^\circ 14' 53''.1$ berechnet, während die ebene Rechnung $2^\circ 14' 53''.2$ ergab. Die genügende Übereinstimmung dürfte hieraus ersichtlich sein, um so mehr als so große Distanzen in der Praxis kaum vorkommen.

Kontrolle der Messung und Rechnung.

Die Auswertungsmethode bietet gar keine Kontrolle für das Resultat. Selbst wenn die aus den Anhaltsternen (1) und (2) erhaltenen Werte für die Rektaszension und Deklination des gesuchten Objekts vollständig übereinstimmen, können diese Werte doch gänzlich falsch sein. Die Methode ist eben im eigentlichen Sinne nichts anderes als eine Interpolation.

Wären daher für einen der Anhaltsterne, oder auch für beide, falsche Koordinaten erhoben, so würden in in einem Beispiel wie 2 die Wertpaare für a und δ dennoch übereinstimmen. Es ist also bei diesem Auswertungsverfahren besonders darauf zu achten, daß die Daten der bekannten Sterne richtig erhoben werden. Eine kleine Unrichtigkeit in denselben wird man bei nur 2 Anhaltsternen in keinem Fall entdecken, selbst wenn σ schon annähernd bekannt ist. Eine Vertauschung der Anhaltsterne bei der Koordinatenerhebung oder auch bei der Ausmessung übt auf σ gar keinen Einfluß aus. Wenn beim Vorliegen eines solchen Versehens das gesuchte Objekt ziemlich genau in die Mitte von (1) und (2) zu liegen kommt, wo also durch rohes Nachprüfen die Unrichtigkeit in den Positionen (3) nicht mehr auffallen würde, so wäre die Sache scheinbar ganz in Ordnung, während doch ein regelrechter Fehler vorliegt, und das Resultat falsch ist. Die Interpolationsrechnung selbst kontrolliert sich allerdings. Erstlich müssen die 2 Werte von σ denselben Wert erhalten. Ferner muß sein:

$$\Delta y_{1c} + \Delta y_{2c} = \Delta y_c \quad \text{und} \quad \Delta x_{1c} + \Delta x_{2c} = \Delta x_c.$$

Am Schluß müssen bei richtiger Rechnung die 2 Werte für δ übereinstimmen. Liegt das gesuchte Objekt genau in der Mitte von (1) und (2), so erhält man auch a übereinstimmend, wie dies bei Beispiel 2 der Fall ist. Daß δ in Beispiel 5 nicht übereinstimmend erhalten wurde, rührt nur davon her, daß für dieses Beispiel Θ sich ziemlich groß ergibt, nämlich zu $1^\circ 28'.3$ und deshalb $\Delta x \cos\Theta$ und $\Delta y \cos\Theta$ nicht mehr gleich Δx und Δy gesetzt werden dürfen. Mit den vollständigen Transformationsformeln gerechnet gibt dieses Beispiel:

$$\text{für } \delta_3 \quad 43^\circ 20' 41''.92 \text{ und } 43^\circ 20' 41''.87$$

was also jetzt viel besser übereinstimmt. Es wird dabei

$$a_3 \quad 10^h 15^m 13^s.999 \text{ und } 10^h 15^m 14^s.030.$$

Also Mittel: $\delta_3 = 43^\circ 20' 41''.90 \qquad a_3 = 10^h 15^m 14^s.014.$

Die Mittel von a_3 und δ_3 haben dabei fast genau denselben Wert erhalten, wie bei der Rechnung ohne Berücksichtigung der Änderung durch $\cos\Theta$.

Die kleine Abweichung von $0''.05$ der beiden Werte für δ rührt in diesem Beispiel von dem großen Deklinationsunterschied der Anhaltsterne ($1^\circ 24'$) her.

Wie schon erwähnt, rührt die im allgemeinen auftretende Abweichung der beiden Werte für Δa nur davon her, daß das gesuchte Objekt nicht genau in der Mitte zwischen den Sternen (1) und (2) liegt und dadurch eine Verschiebung durch den bei der Rechnung vorkommenden Faktor $\cos\delta_m$ bewirkt wird. Liegt das gesuchte Gestirn genau in der Mitte von (1) und (2), so wird $\cos\delta_{m_1}$ eben so viel größer als $\cos\delta_m$ wie $\cos\delta_{m_2}$ kleiner wird oder umgekehrt, je nachdem δ_{m_1} kleiner oder größer δ_{m_2}. In diesem Fall wird dann

$$\frac{\sigma\Delta x_{1c}}{15\cos\delta_{m_1}} + \frac{\sigma\Delta x_{2c}}{15\cos\delta_{m_2}} = \frac{\sigma\Delta x_c}{15\cos\delta_m}, \text{ d. h. } \Delta a_1 + \Delta a_2 = \Delta a$$

und somit ergeben sich die beiden Werte für a_3 gleich.

Liegt aber das gesuchte Objekt näher bei einem der beiden Anhaltsterne, so ist $\frac{\delta_{m_1} + \delta_{m_2}}{2}$ nicht mehr gleich δ_m und somit wird auch nicht mehr $\Delta a_1 + \Delta a_2 = \Delta a$. Die Abweichung der beiden a-Werte ergibt sich als Differenz der Veränderungen an $\frac{\sigma\Delta x_{1c}}{15\cos\delta_{m_1}}$ und $\frac{\sigma\Delta x_{2c}}{15\cos\delta_{m_2}}$ für die entsprechenden Abweichungen von δ_{m_1} und δ_{m_2} gegen δ_m. Hiernach findet sich der Unterschied der beiden a-Werte durch Differentation zu:

$$d\Delta a^s = \frac{\sigma}{\varrho''}\left(\frac{\Delta x_{1c}}{15}\,\frac{\operatorname{tg}\delta_m}{\cos\delta_m}\,d\delta_{m_1} - \frac{\Delta x_{2c}}{15}\,\frac{\operatorname{tg}\delta_m}{\cos\delta_m}\,d\delta_{m_2}\right)$$

oder

$$1)\quad d\Delta a^s = \frac{\sigma}{\varrho''}\,\frac{\operatorname{tg}\delta_m}{15\cos\delta_m}\,(\Delta x_{1c} d\delta_{m_1} - \Delta x_{2c} d\delta_{m_2})$$

wo $d\delta_{m_1} = \delta_m - \delta_{m_1}$ und $d\delta_{m_2} = \delta_m - \delta_{m_2}$ ist.

Mit Berücksichtigung der Gleichung:

$$\Delta x_{1c} + \Delta x_{2c} = \Delta x_c$$

läßt sich $d\Delta a$ auch ausdrücken durch die Gleichungen:

$$d\Delta a^s = \frac{\sigma}{\varrho''}\,\frac{\operatorname{tg}\delta_m}{15\cos\delta_m}\,[\Delta x_c d\delta_{m_1} - \Delta x_{2c}(d\delta_{m_1} + d\delta_{m_2})]$$

oder geschrieben

$$1^a)\quad d\Delta\alpha^s = \frac{\sigma}{\varrho''}\cdot\frac{\operatorname{tg}\delta_m}{15\cos\delta_m}\,(\Delta x_c\, d\delta_{m_1} - \Delta x_{2c}\, d\delta_m),$$

wo $d\delta_m = \delta_1 - \delta_2$; und analog

$$1^b)\quad d\Delta\alpha^s = \frac{\sigma}{\varrho''}\cdot\frac{\operatorname{tg}\delta_m}{15\cos\delta_m}\,(\Delta x_c\, d\delta_{m_2} - \Delta x_{1c}\, d\delta_m).$$

Würde am Schluß einer Rechnung diese bedingte Abweichung in α noch berechnet werden nach einer der vorstehenden Formeln, so hätte man eine durchgreifende Kontrolle für die Interpolationsrechnung. Es müßte nämlich am Schluß δ sich gleich ergeben aus Stern (1) und (2) und α müßte bei richtiger Rechnung die berechnete Differenz aufweisen. Für Beispiel 3, wo die Abweichungen in α groß sind, sollen die Berechnungen der $d\Delta\alpha$ hier ausgeführt werden. Es wird

nach Formel 1:

Δx_{2c}	0.07276		Δx_{1c}	1.29145	
$d\delta_{m_2}$	3.46986	$d\delta_{m_2} = 2950''.3$	$d\delta_{m_1}$	2.98014	955''.3
$\Delta x_{2c}\, d\delta_{m_2}$	3.54262		$\Delta x_{1c}\, d\delta_{m_1}$	4.27159	
Σ	5.96320		Σ	5.96320	
$d\Delta\alpha_2$	9.50582	0.33	$d\Delta\alpha_1$	0.23479	1.72

$\operatorname{tg}\delta_m$	0.18361
$c\,15$	8.82391
$c\cos\delta_m$	0.26117
σ	2.00894
$c\varrho''$	4.68557
	5.96320

$$d\Delta\alpha = d\Delta\alpha_1 - d\Delta\alpha_2 = 1.72 - 0.33 = 1^s.39.$$

Nach Formel 1^a:

Δx_c	1.31694	Δx_{2c}	0.07276
$d\delta_{m_1}$	2.98014	$d\delta_m$	3.59169
$\Delta x_c\, d\delta_{m_1}$	4.29708	$\Delta x_{2c}\, d\delta_m$	3.66445
Σ	5.96320	Σ	5.96320
	0.26028		9.62765
	1.82		0.42

$$d\Delta\alpha = 1.82 - 0.42 = 1^s.40.$$

Nach Formel 1^b:

Δx_c	1.31694	Δx_{1c}	1.29145
$d\delta_{m_2}$	3.46986	$d\delta_m$	3.59169
$\Delta x_c\, d\delta_{m_2}$	4.78680	$\Delta x_{1c}\, d\delta_m$	4.88314
Σ	5.96320	Σ	5.96320
	0.75000		0.84634
	5.62		7.02

$$d\Delta\alpha = 7.02 - 5.62 = 1^s.40.$$

Die Abweichung in α beträgt im Beispiel 3 $1^s.37$, was genügend genau mit dem hier berechneten Betrag $d\Delta\alpha$ stimmt, um zu sehen, daß kein Rechenfehler in genanntem Beispiel vorliegt, denn δ stimmt auch überein.

Zu bemerken ist noch, daß der Betrag $d\Delta\alpha$ schnell berechnet ist, indem fast alle vorkommenden Größen direkt der Interpolationsrechnung entnommen werden können. Eine durchgreifende Kontrolle der Interpolationsrechnung kann man sich also rasch verschaffen, ohne jedoch hiemit eine Kontrolle für die Richtigkeit der Koordinaten des Objekts zu haben.

Wir gehen nun dazu über, Methoden zur Verbesserung der Interpolationsrechnung aufzusuchen und ihre Brauchbarkeit zu diskutieren.

I. Interpolation durch Zuhilfenahme eines dritten Anhaltsterns als Korrektionsobjekt.

Da vorstehend für die in Betracht kommenden Distanzen die ebene Rechnung als ausreichend befunden wurde, so soll jetzt darauf ausgegangen werden, durch Verbesserung der erhaltenen Rechnungsgrößen σ und Θ den richtigen Ort des gesuchten Objekts zu erhalten. Hier soll zunächst ein ganz approximatives Verfahren geschildert werden. Berechnet man mit einem zwischen den Anhaltsternen (1) und (2) liegenden bekannten Objekt (I) die Größen σ und Θ, so nimmt σ fast genau denselben Wert an wie bei der Berechnung aus (1) und (2), während Θ aus (1) und (I), sowie (2) und (I) mehr oder weniger große Abweichungen zeigt. Es liegt deshalb nahe, Θ für die Berechnung der gesuchten Planetenposition (3) aus (1) und dann aus (2) mit Zuhilfenahme eines, in dessen möglichster Nähe gelegenen, dritten Sterns zu verbessern. Die für die Berechnung der Position (3) aus (1) und (2) zu benützenden Θ-Werte erhält man einfach durch Verteilen der erhaltenen Θ-Änderung proportional den Entfernungen (2)—(3) und (1)—(3) und Anbringung dieser Beträge an das aus (1) und (2) erhaltene Θ.

Man rechnet also Θ aus (1) und (2) aus, sowie aus (1) und (I), und (2) und (I). Die Summe der Abweichungen letzterer zwei Θ-Werte von dem ersten ergibt die gesamte Θ-Änderung $\Delta\Theta$ für die Interpolationsrechnung. Diesen Betrag $\Delta\Theta$ verteilt man dann proportional den Entfernungen (1)—(3) und (2)—(3) und erhält durch Anbringen dieser Korrektionsbeträge an das aus (1) und (2) erhaltene Θ die für die Rechnung des Objekts (3) aus (2) und (1) zu benutzenden Θ_2 und Θ_1.

Zweckmäßig läßt sich für diese Verteilung der Θ-Änderung, proportional (bezw. umgekehrt proportional) den Entfernungen, der Rechenschieber anwenden. Für die Rechnung ist nicht viel mehr Arbeit nötig als bei nur 2 Anhaltsternen, während sich die Resultate viel günstiger gestalten. Die Resultate für die gewählten Beispiele weichen nur noch um Beträge bis zu einigen wenigen Bogensekunden (Max. 3″) von den richtigen (Katalog-) Werten ab, während ohne Zuhilfenahme eines dritten Sterns dieselben

bis zu 18° betrugen (Beispiel 3). Je näher ein Hilfstern (I) bei dem gesuchten Objekt (3) vorhanden ist, desto günstiger wird natürlich das Resultat. Doch ist bei der Auswahl von (I) auch darauf zu achten, daß (1, 2, I, 3) möglichst auf eine gerade Linie zu liegen kommen. So liefert das Beispiel 6 mit Hilfstern (11) ein weitaus günstigeres Resultat als mit (M) als Korrektionstern, trotzdem (M) näher bei (3) liegt als (11). Bei der Auswahl des dritten Sterns sind also die beiden Umstände — Nähe von (3) und Geradlinigkeit in der Lage der Objekte — zu beachten. Wie sehr darauf zu sehen ist, daß (I) ganz zwischen (1) und (2) zu liegen kommt, zeigt Beispiel 6 mit Hilfstern (2). Obwohl (2) näher bei (3) liegt als (M), gibt die Benützung des letzteren noch ein ganz ordentliches Resultat, während (2) $\Delta\Theta$ zu 1°33′19″.0 liefert und es ca. 0°36′.5 (wie mit 11) werden sollte. Der Stern (2) würde also trotz seiner größeren Nähe bei (3) nichts mehr taugen als Korrektionsobjekt. Ebenso liefert das nachstehend nicht angegebene Beispiel 5 mit (2) als Hilfstern $\Delta\Theta$ zu 4°9′11″, während es ungefähr 0°5′.5 werden sollte und wegen der Entfernung (2)—(5) auch annähernd werden würde.

Beispiel 7: 1 aus 4 und 7 mit Korrektionstern III.

Objekt	Δx	Δy	Rektaszension	Deklination	
1—2	26.9346	25.1721	5ᵐ27ˢ.04 = 327ˢ.04	43′25″.2 = 2605″.2	
2—3	14.1286	27.9984			
(4) = 2	14.1286	−27.9984	2ʰ17ᵐ59ˢ.94	56° 0′24″.4	$\delta_{m_{1,2}}$ = 56°22′12″.0
(1) = 3	0.0000	0.0000		[56 48 28.8]	δ_{m_2} = 56 24 26.6
III = I	−12.8060	− 2.8263	2 12 32.90	56 43 49.6	δ_m = 56 55 43.9
(7) = 1	−28.3888	36.7062	2 9 15.39	57 51 3.3	δ_{m_1} = 57 19 46.0
I—2	42.5174	64.7046	8 44.55 = 524ˢ.55	1 50 38.9 = 6638″.9	$\delta_{m_{I,1}}$ = 57 12 26.4
1—3	28.3888	36.7062			
I—1	15.5828	39.5325	3 17.51 = 197ˢ.51	1 7 13.7 = 4033″.7	

$\Delta\alpha$	2.71979	
15	1.17609	
$\cos\delta_m$	9.73694	
$\Delta\alpha_0$	3.63282	
$\Delta\delta$	3.82209	
tg φ	0.18927	
Δy	1.81093	φ = 57° 6′28″.0
Δx	1.62856	$\varphi-\Theta$ = 56 41 28.0
lg $(\varphi-\Theta)$	0.18237	Θ = 0 25 0.0

tg $(\varphi-\Theta)_{2,I}$	9.97061	
Δy	1.40092	$\varphi-\Theta$ = 43° 3′45″.5
Δx	1.43031	φ = 43 47 55.2
tg $\varphi_{2,I}$	9.98178	$\Theta_{2,I}$ = 0 44 9.7
$\Delta\delta$	3.41584	
$\Delta\alpha_0$	3.43406	
$\cos\delta_m$	9.74337	
$\Delta\alpha_{2,I}$	2.51460	
15	1.17609	
$\Delta\alpha_{1,I}$	2.29559	
$\cos\delta_m$	9.73270	
$\Delta\alpha_0$	3.20438	
$\Delta\delta$	3.60571	
tg $\varphi_{1,I}$	0.40133	
Δy	1.59696	φ = 68°21′ 8″.2
Δx	1.19265	$\varphi-\Theta$ = 68 29 13.0
tg $(\varphi-\Theta)_{1,I}$	0.40431	$\Theta_{1,I}$ = 0 8 4.8
		$\Delta\Theta$ = 0 52 14.5 = 3134″.5

	1—3	2—3	1—2
Δy^2	1347.34	783.91	4186.68
Δx^2	805.92	199.62	1807.73
s^2	2153.26	983.53	5994.41
s	46.4	31.3	77.5

$$\Delta\Theta_{2,3} = \frac{3134.5 \times 46.3}{77.5} = 1871''.3$$

$$\Delta\Theta_{1,3} = \frac{-3134.5 \times 31.2}{77.5} = -1263''.2$$

$\Theta_{2,3}$ = 0°25′ 0″.0 +31′ 11″.3 = 0°56′11″.3

$\Theta_{1,3}$ = 0 25 0.0 −21 3.2 = 0 3 56.8

Δx_2	1.15010	1.44713	1.45315	1.56471
$\sin\Theta$	8.21335	8.21335	7.05995	7.05995
$\Delta x_2 \sin\Theta$	9.36345	9.66048	8.51310	8.62469
	0.2309	0.4576	0.0326	0.0421
$\Delta y_2 (\cos\Theta)$	27.9944	14.1268	36.7062	28.3888
Δy_{2c}	28.2253	13.6692	36.7388	28.3467
	1.45064	1.13574	1.56513	1.45250
$\sigma \Delta y_{2c}$	3.46006	3.14516	3.57455	3.46192
	2884.40	0.91904	3754.50	0.90833
	$48' \; 4.''40$	2.22012	$1^\circ \; 2' \; 34.''50$	2.55359
	$56^\circ \; 0 \; 24.4$	168.32	57 51 3.3	357.76
δ_1	56 48 28.8	$= 2^m 48.^s32$	56 48 28.8	$5^m 57.^s76$
		$2^h \, 17 \; 59.94$		$2^h \; 9 \; 15.39$
		2 15 11.62		2 15 13.15

$$\alpha_1 = 2^h 15^m 12.^s38$$
$$\delta_1 = 56^\circ 48' 28.''8$$

$\Delta y_{2c} + \Delta y_{1c}$	$= 64.9641$
lg	1.81267
$\Delta\delta$	3.82209
σ	2.00942

	0.91904
$\cos\delta_{m_1}$	9.74295
15	1.17609
$\cos\delta_{m_2}$	9.73224
	0.90833

Beispiel 3: Objekt 8 aus 7 und 11 mit 9 als Korrektionsobjekt.

Messung:

$\Delta x = 22.0084$ $\quad \Delta y = 76.1570$
$\Delta x_1 = 20.5162$ $\quad \Delta y_1 = 57.4676$
$\Delta x_2 = 1.4922$ $\quad \Delta y_2 = 18.6894$
$\Delta x_{1,1} = 3.6521$ $\quad \Delta y_{1,1} = 41.7044$
$\Delta x_{2,1} = 18.3563$ $\quad \Delta y_{2,1} = 34.4526$

Resultat: $\alpha_8 = 2^h \; 8^m 58.^s36$ $\qquad \delta_8 = 57^\circ 19' 14.''4.$

Beispiel 4: Objekt 4 aus 12 und 18 mit 11 als Korrektionsobjekt.

Messung:

$\Delta x = 25.8027$ $\quad \Delta y = 45.2975$
$\Delta x_1 = 10.6838$ $\quad \Delta y_1 = 22.3529$
$\Delta x_2 = 15.1189$ $\quad \Delta y_2 = 22.9446$
$\Delta x_{1,1} = 5.6810$ $\quad \Delta y_{1,1} = 32.1506$
$\Delta x_{2,1} = 20.1217$ $\quad \Delta y_{2,1} = 13.1469$

Resultat: $\alpha_4 = 10^h \; 8^m 1.^s046$ $\qquad \delta_4 = 43^\circ 31' 23.''92.$

Beispiel 6: Objekt 3 aus 19 und 7 mit 11 als Korrektionsobjekt.

Messung:

$\Delta x = 44.5970$ $\quad \Delta y = 47.0203$
$\Delta x_1 = 30.9484$ $\quad \Delta y_1 = 35.5938$
$\Delta x_2 = 13.6486$ $\quad \Delta y_2 = 11.4265$
$\Delta x_{1,1} = 8.7418$ $\quad \Delta y_{1,1} = 12.9628$
$\Delta x_{2,1} = 35.8552$ $\quad \Delta y_{2,1} = 34.0575$

Resultat: $\alpha_3 = 10^h 10^m 43.^s079$ $\qquad \delta_3 = 43^\circ 52' 57.''77.$

Für den ungünstiger gelegenen Korrektionstern M wird.

$\Delta x_{1,1} = 33.3266$ $\quad \Delta y_{1,1} = 19.0876$
$\Delta x_{2,1} = 11.2704$ $\quad \Delta y_{2,1} = 27.9327$

$\alpha_3 = 10^h 10^m 43.^s857$ $\qquad \delta_3 = 43^\circ 52' 55.''68.$

Über (2) als Korrektionsobjekt siehe Seite 177.

II. Interpolation durch Verbesserung des Neigungswinkels Θ.

Da die Benützung eines weiteren (dritten) Sterns zur Verbesserung der Interpolationsrechnung doch mehr Zeit für die Messung und Rechnung beansprucht als die Benützung von nur 2 Sternen und vielfach auch das Vorhandensein von 3 passenden bekannten Sternen fraglich ist, so soll versucht werden, ob nicht die Rechnung mit nur 2 Sternen noch verbessert werden kann.

Zunächst soll eine approximative Methode angegeben werden, die durch Anbringen einer Verbesserung an den Neigungswinkel Θ eine wesentliche Verbesserung der Resultate zuläßt.

Das Fehlerhafte liegt offenbar darin, daß die Größen σ und Θ indirekt aus $\Delta\alpha_0$ und $\Delta\delta$ bestimmt sind, wo $\Delta\alpha_0 = 15 \; \Delta\alpha \cos\delta_m$ und $\delta_m = \frac{\delta_1 + \delta_2}{2}$. Für die Berechnung des gesuchten Objekts (3) wird aber einmal $\delta_{m_1} = \frac{\delta_1 + \delta_3}{2}$ und das andermal $\delta_{m_2} = \frac{\delta_2 + \delta_3}{2}$ benutzt.

Auf eine Figur oder weitere Bezeichnungen der hier und im folgenden vorkommenden Buchstabengrößen wird verzichtet, da die von Anfang an gewählte Bezeichnung strikte beibehalten ist, und deshalb auf die anfangs gegebene Ableitung der Interpolationsformeln verwiesen werden kann.

Es war definiert $\Theta = \varphi - (\varphi - \Theta)$ und

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\Delta\delta}{\Delta\alpha_0} = \frac{\Delta\delta}{15 \; \Delta\alpha \cos\delta_m}.$$

Die Änderung, welche φ mit Veränderung von δ_m erfährt, erhält man durch Differentiation dieser Formel nach φ und δ_m.

Es wird

$$\frac{1}{\cos^2\varphi} \, d\varphi = \frac{\Delta\delta \sin\delta_m}{15 \; \Delta\alpha \cos^2\delta_m} \, d\delta_m = \frac{\Delta\delta}{15 \; \Delta\alpha \cos\delta_m} \operatorname{tg}\delta_m \, d\delta_m$$
$$= \operatorname{tg}\varphi \; \operatorname{tg}\delta_m \; d\delta_m.$$

Somit $d\varphi = \sin\varphi \, \cos\varphi \; \operatorname{tg}\delta_m \, d\delta_m$, wo $d\delta_m = \frac{\delta_1 - \delta_2}{2}$.

Nun muß zu diesem Betrag $d\varphi$, der zugleich Änderungsbetrag für Θ ist und mit $\Delta\Theta_\delta$ bezeichnet werden

möge, noch ein weiterer Betrag hinzugenommen werden, der vom Verhältnis $\Delta a : \Delta\delta$ abhängt. Dieser zweite Korrektionsbetrag wird

$$\Delta\Theta_a = (\sin\varphi \cos\varphi \operatorname{tg}\delta_m \, d\delta_m)\left(\frac{\Delta a}{\Delta\delta}\right)^2$$
$$= (\sin\varphi \cos\varphi \operatorname{tg}\delta_m \, d\delta_m) \operatorname{ctg}^2\varphi.$$

Diese Größe im Verein mit $\Delta\Theta_\delta$ ersetzt approximativ die Verbesserung, welche die Hinzufügung eines dritten Sterns liefern würde. Somit wird die Gesamtänderung an Θ

$$\Delta\Theta = \sin\varphi \cos\varphi \operatorname{tg}\delta_m \, d\delta_m + (\sin\varphi \cos\varphi \operatorname{tg}\delta_m \, d\delta_m) \operatorname{ctg}^2\varphi,$$
$$\Delta\Theta = \Delta\Theta_\delta + \Delta\Theta_a.$$

Um die zur Berechnung des gesuchten Objekts (3) aus (1) und (2) zu benützenden Werte für Θ zu erhalten, verteilt man $\Delta\Theta_\delta$ umgekehrt proportional der gemessenen Δy, und $\Delta\Theta_a$ umgekehrt proportional der gemessenen Δx auf das berechnete Θ, so daß also wird:

$$\Theta_1 = \Theta \pm \left(\frac{\Delta\Theta_\delta \cdot \Delta y_2}{\Delta y} + \frac{\Delta\Theta_a \cdot \Delta x_2}{\Delta x}\right) \text{ und}$$
$$\Theta_2 = \Theta \mp \left(\frac{\Delta\Theta_\delta \cdot \Delta y_1}{\Delta y} + \frac{\Delta\Theta_a \cdot \Delta x_1}{\Delta x}\right) \mp \text{ je nachdem } \delta_2 \gtrless \delta_1.$$

Wegen dieser proportionalen Verteilung sind die beiden Beträge $\Delta\Theta_\delta$ und $\Delta\Theta_a$ getrennt zu berechnen. Man rechnet nach diesen Formeln zuerst die Werte Θ_1 und Θ_2 aus. Dann rechnet man genau wie bei der gewöhnlichen Interpolationsrechnung, nur daß man bei (2) Θ_2 und bei (1) Θ_1 benutzt.

Als Kontrolle kann die gesamte Θ-Änderung noch berechnet werden nach der einfachen Formel:

$$\Delta\Theta = \sin\varphi \cos\varphi \operatorname{tg}\delta_m \, d\delta_m (1 + \operatorname{ctg}^2\varphi)$$
$$= \frac{\sin\varphi \cos\varphi \operatorname{tg}\delta_m \, d\delta_m}{\sin^2\varphi} = \operatorname{ctg}\varphi \operatorname{tg}\delta_m \, d\delta_m.$$

Man könnte aber auch, nachdem man mit unverbessertem Θ die Rechnung wie früher ganz durchgeführt hätte, die erhaltenen Einzelresultate Δa und $\Delta\delta$ direkt verbessern. Es ergibt sich nämlich die an der Rektaszension anzubringende Änderung durch Differentiation des Reduktionsbetrags $\frac{-\sigma\Delta y \sin\Theta}{15 \cos\delta_m}$ nach Θ. Es wird

$$d\Delta a^s = \frac{-\sigma\Delta y \cos\Theta}{15 \cos\delta_m} \cdot \frac{\Delta\Theta''}{\varrho''}.$$

Die Deklinationsänderung ergibt sich durch Differentiation des Korrektionsbetrags $\sigma\Delta x \sin\Theta$ nach Θ und wird

$$d\Delta\delta'' = \sigma\Delta x \cos\Theta \frac{\Delta\Theta''}{\varrho''}.$$

Im allgemeinen wird man, weil Θ klein ist, rechnen dürfen

$$d\Delta a^s = \frac{-\sigma\Delta y}{15 \cos\delta_m} \cdot \frac{\Delta\Theta''}{\varrho''}$$
$$d\Delta\delta'' = \sigma\Delta x \frac{\Delta\Theta''}{\varrho''}.$$

Die Berechnung dieser Korrektionen ist rasch ausgeführt, da alle Zahlen, bezw. deren Logarithmen, mit Ausnahme von $\Delta\Theta_2$ und $\Delta\Theta_1$ direkt aus der Interpolationsrechnung entnommen werden können.

Eine Zusammenfassung der a-Änderung in den Ausdruck

$$da^s = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sigma}{15 \cos\delta_m \varrho''} (\Delta y_1 \Delta\Theta_1'' - \Delta y_2 \Delta\Theta''_2)$$

bietet für die Rechnung keinen Vorteil und ist wegen der mitunter großen Werte für die Produkte $\Delta y \Delta\Theta''$ besser zu unterlassen.

Obwohl sich die Korrektionswerte mit richtigen Vorzeichen durch die Rechnung selbst ergeben, sei folgende Regel erwähnt: Hat bei positiven Deklinationen der Stern (2) mit größerer Rektaszension $\left.\begin{matrix}\text{kleinere}\\\text{größere}\end{matrix}\right\}$ Deklination als der andere Stern (1), so ist die Korrektion $d\Delta a \left\{\begin{matrix}\text{positiv}\\\text{negativ}\end{matrix}\right.$. Die Korrektion $\Delta\delta$ ist stets positiv. Für negative Deklinationen drehen sich die Vorzeichen der Korrektionsbeträge um.

Bei dieser Gelegenheit mögen einige Worte über die Wirkung eines fehlerhaften Θ gesagt werden. Für eine gemessene Koordinate von 1° Länge (bei uns ca 35 mm) wird der durch eine Unsicherheit von 1' in Θ mögliche Fehler

$$35 \cos\Theta \frac{\Delta\Theta}{\varrho} = \frac{35 \text{ mm} \cdot 1 \cdot 1'}{3438'} = \text{cca. } 1''.$$

Da aber ein Fehler in Θ sich bei der Interpolation entgegenwirkt (wird vom Stern (1) aus eine Koordinate für 3 durch zu großes Θ z. B. zu groß, so wird sie von (2) aus gerechnet dadurch zu klein), so kommt der Fehler nur mit der Koordinatendifferenz in Betracht. Für den Fehler von 1' in Θ und einer Koordinatendifferenz von $\frac{1}{3}^\circ$ (ca. 10 mm) ist der etwaige Fehler erst 0."2 – 0."3.

Nachdem vorstehend der zweite Θ-Korrektionsbetrag $\Delta\Theta_\delta$ auf rein empirischem Wege gefunden war, wurde nach Ableitung der nachstehenden Methode IV dieser Betrag auch analytisch hergeleitet. Es wird in Methode IV abgeleitet:

$$d\sigma = \frac{-\Delta\delta\,\Delta x}{\Delta y_c^2} \cdot \frac{\Delta\Theta}{\varrho},$$

wo $\Delta\Theta$ gleich dem hier $\Delta\Theta_\delta$ genannten Betrage ist.

Ferner ist nach IV

$$d\sigma = \frac{\Delta a_0\,\Delta y}{\Delta x_c^2} \cdot \frac{\Delta\Theta}{\varrho},$$

wo $\Delta\Theta$ der zweite, vorstehend mit $\Delta\Theta_a$ bezeichnete Korrektionsbetrag an Θ ist. Dieser wird also

$$\Delta\Theta_a = \frac{\varrho\, d\sigma\, \Delta x_c^2}{\Delta a_0\, \Delta y}.$$

Setzt man in diese Gleichung obigen bekannten Wert von $d\sigma$ ein, so folgt

$$\Delta\Theta_a = \frac{-\varrho\Delta\delta\,\Delta x\,\Delta x_c^2\,\Delta\Theta_\delta}{\varrho\Delta a_0\,\Delta y\,\Delta y_c^2} = -\operatorname{tg}\varphi \operatorname{ctg}^2\varphi \operatorname{ctg}(\varphi - \Theta)\Delta\Theta_\delta$$
$$= -\operatorname{ctg}\varphi \operatorname{ctg}(\varphi - \Theta)\,\Delta\Theta_\delta.$$

Benützt man zur Herleitung von $\Delta\Theta_\alpha$ die vollständigen Transformationsformeln (ohne $\cos\Theta$ gleich 1 zu setzen), so wird genau wie vorstehend

$$\Delta\Theta_\alpha = -\operatorname{ctg}^2\varphi\,\Delta\Theta_\delta,$$

da Δx_c an Stelle von Δx und Δy_c an Stelle von Δy tritt.

Die absolute Summe von $\Delta\Theta_\delta$ und $\Delta\Theta_\alpha$ gibt die gesamte Θ-Änderung. Statt vorstehende proportionale Verteilung der gesamten Θ-Änderung vorzunehmen, berechnet man am besten nach durchgeführter Interpolationsrechnung die Θ-Änderung für Stern (1) und (2) getrennt nach den Gleichungen:

$$\Delta\Theta_1 = \sin\varphi\cos\varphi\operatorname{tg}\delta_m\,d\delta_{m_1}(1+\operatorname{ctg}^2\varphi)$$
$$\Delta\Theta_2 = \sin\varphi\cos\varphi\operatorname{tg}\delta_m\,d\delta_{m_2}(1+\operatorname{ctg}^2\varphi).$$

Die diesen Θ-Korrektionen entsprechenden Verbesserungen $d\Delta\alpha$ und $d\Delta\delta$ des Interpolationsresultats sind nach den vorstehend abgeleiteten Gleichungen zu berechnen.

Für Beispiel 2 werden die direkt berechneten Θ-Änderungen

$$\Delta\Theta_1 = -1876''.5 \quad\text{und}\quad \Delta\Theta_2 = 1567''.5,$$

während die nachstehende proportionale Verteilung ergab

$$\Delta\Theta_1 = -1879''.1 \quad\text{und}\quad \Delta\Theta_2 = 1564''.9.$$

Das verbesserte Interpolationsresultat wird also bei beiden Rechnungsweisen dasselbe.

Beispiel 2.

Es wird $\Theta = -0^\circ 24' 8''.4$.

Θ-Verbesserung.

$\Delta\Theta_\alpha$	3.51605	$\Delta\Theta_\alpha = 3281''.3$
$\operatorname{ctg}^2\varphi$	1.30470	
$\sin\varphi$	9.33714	
$\cos\varphi$	9.98949	
$\operatorname{tg}\delta_m$	0.16344	
$d\delta_m$	2.72128	
	2.21135	$\Delta\Theta_\delta = 162''.7$

$$\Delta\Theta_{2,\delta} = 74.2 \qquad \Delta\Theta_{1,\delta} = -88.5$$
$$\Delta\Theta_{2,\alpha} = 1490.7 \qquad \Delta\Theta_{1,\alpha} = -1790.6$$

$$\Delta\Theta_2 = 1564''.9 \qquad \Delta\Theta_1 = -1879''.1$$
$$= 26'4''.9 \qquad = -31'19''.1$$
$$\Theta_2 = 0^\circ 1' 56''.5 \qquad \Theta_1 = -0^\circ 55' 27''.5$$

Mit Θ_2 und Stern (2) folgt

$$\alpha_3 = 2^h 09^m 12^s.00 \qquad \delta_3 = 55^\circ 33' 12''.6$$

Mit Θ_1 und Stern (1) folgt

$$\alpha_3 = 2^h 09^m 12^s.04 \qquad \delta_3 = 55^\circ 33' 12''.6$$

Resultat:

Mittelwert	$\alpha_3 = 2^h 09^m 12^s.02$	$\delta_3 = 55^\circ 33' 12''.6$
Katalogangabe:	2 09 11.94	55 33 11.7.

Berechnung der Gesamtänderung $\Delta\Theta$ zur Kontrolle.

$\operatorname{ctg}\varphi$	0.65235
$\operatorname{tg}\delta_m$	0.16344
$d\delta_m$	2.72128
$\Delta\Theta$	3.53707

$$\Delta\Theta'' = 3444''.08.$$

Nach obiger Rechnung wird übereinstimmend

$$\Delta\Theta'' = \Delta\Theta_1'' + \Delta\Theta_2'' = 3444''.0.$$

Für Beispiel 4 wird:

	$\alpha_4 = 10^h 08^m 1^s.031$	$\delta_4 = 43^\circ 31' 23''.94$
Katalogangabe:	10 08 1.041	43 31 24.34.

Beispiel 5.

Resultat:	$\alpha_5 = 10^h 15^m 13^s.883$	$\delta_5 = 43^\circ 20' 41''.96$
Katalogangabe:	10 15 13.829	43 20 42.24.

Beispiel 6.

Resultat:	$\alpha_3 = 10^h 10^m 43^s.657$	$\delta_3 = 43^\circ 52' 57''.30$
Katalogangabe:	10 10 43.687	43 52 58.37.

III. Interpolation mit Verbesserung der Maßzahl σ.

Für die bei der Interpolation benützte Größe σ besteht die Gleichung

$$\sigma = \frac{\Delta\alpha_c}{\Delta x_c} = \frac{15\,\Delta\alpha\cos\delta_m}{\Delta x_c}.$$

Die Änderung an σ infolge des veränderlichen δ_m für die Berechnung der Position (3) aus (1) oder (2) ergibt sich hieraus durch Differentiation nach σ und δ_m zu

$$d\sigma_n = \frac{-15\,\Delta\alpha\sin\delta_m}{\Delta x_c}\;\frac{d\delta_m''}{\varrho''}$$

Dies ist der Änderungsbetrag für σ bei der Berechnung der Rektaszension. Würde man nach Durchführung der einfachen Interpolationsrechnung mit den so verbesserten σ-Werten die verbesserte Rektaszension berechnen, so hätte man die an δ anzubringende Korrektion $d\Delta\delta$ gegeben durch die Gleichung

$$d\Delta\delta = 15\,d\Delta\alpha\cos\delta_m\frac{\Delta x}{\Delta y}$$
$$= 15\,d\Delta\alpha\cos\delta_m\operatorname{ctg}(\varphi-\Theta).$$

Dieser Zusammenhang der Deklinationsänderung mit der Rektaszensionsänderung leitet sich folgendermaßen her:

Es ist

$$\Delta\delta = \sigma(\Delta y + \Delta x\sin\Theta).$$

Nach $\Delta\delta$ und Θ diff. kommt:

$$d\Delta\delta = \sigma\Delta x\cos\Theta\frac{d\Theta''}{\varrho''};$$

$d\Theta$ erhält man aber aus dem bekannten $d\Delta\alpha$ durch Differentiation der Gleichung

$$\Delta\alpha = \frac{\sigma(\Delta x - \Delta y\sin\Theta)}{15\cos\delta_m} \text{ nach } \Delta\alpha \text{ und } \Theta.$$

Es wird

$$d\Delta\alpha = \frac{\sigma\Delta y\cos\Theta}{15\cos\delta_m}\;\frac{d\Theta''}{\varrho''}, \text{ woraus}$$

$$d\Theta'' = \frac{d\Delta\alpha\,15\cos\delta_m\,\varrho''}{\sigma\Delta y\cos\Theta}.$$

Durch Einsetzung in die Gleichung für $d\Delta\delta$ kommt:

$$d\Delta\delta = \frac{\sigma\,\Delta x \cos\Theta}{\varrho''} \cdot \frac{d\Delta a\; 15 \cos\delta_m\,\varrho''}{\sigma\,\Delta y \cos\Theta} \text{ oder}$$

$$d\Delta\delta = 15\, d\Delta a \cos\delta_m \frac{\Delta x}{\Delta y} = 15\, d\Delta a \cos\delta_m \operatorname{ctg}(\varphi - \Theta).$$

Man rechnet am besten nach der Gleichung

$$d\Delta\delta = 15\, d\Delta a \cos\delta_m \frac{\Delta x}{\Delta y},$$

da Δx, Δy und $\cos\delta_m$ direkt der Interpolationsrechnung entnommen werden können und nur lg $d\Delta a$ frisch aufzuschlagen ist.

Das Verfahren wäre also folgendes:

Man führt die Interpolationsrechnung wie gewöhnlich durch, berechnet dann die σ-Änderungen für die Rektaszensionsbestimmung des gesuchten Objekts aus Anhaltstern (1) und (2) nach den Formeln:

$$d\sigma_{a_1} = \frac{-15\,\Delta a \sin\delta_m}{\Delta x_c}\,\frac{d\delta_{m_1}}{\varrho} \text{ und } d\sigma_{a_2} = \frac{15\,\Delta a \sin\delta_m}{\Delta x_c}\,\frac{d\delta_{m_2}}{\varrho},$$

wo $d\delta_{m_1} = \delta_m - \delta_{m_1}$ und $d\delta_{m_2} = \delta_m - \delta_{m_2}$ ist.

Mit diesen σ-Korrektionen rechnet man dann die a-Verbesserung nach der Differentialformel

$$da = \frac{1}{2}\left(\frac{d\sigma_1\,\Delta x_{1,c}}{15 \cos\delta_{m_1}} - \frac{\delta\sigma_2\,\Delta x_{2,c}}{15 \cos\delta_{m_2}}\right)$$

wodurch ein Übergang auf die wirklichen Werte von σ erspart bleibt. Die Deklinationskorrektion erhält man aus der Gleichung

$$d\Delta\delta = 15\, d\Delta a \cos\delta_m \frac{\Delta x}{\Delta y}.$$

Beispiel 6.

σ_n-Verbesserung

$d\sigma_2$	9.92716	$\sigma_2 = 102.7503$
$d\delta_{m_2}$	3.25555$_n$	$d\sigma_2 = 0.8456$
-15	1.17609$_n$	
Δa	2.62473	
$\sin\delta_m$	9.83812	$\sigma = 101.9047$
$c\,\Delta x_c$	8.34710	
$c\varrho''$	4.68557	
$d\delta_{m_1}$	2.76099	$d\sigma_1 = -0.2708$
$d\sigma_1$	9.43260$_n$	$\sigma_1 = 101.6339$

a-Berechnung mit verbesserten σ-Werten

$\Delta x_{2/1c}$	1.13795	1.49455
σ_2	2.01178	2.00703
$\sigma_2 \Delta x_{2/1c}$	3.14973	3.50158
$15 \cos\delta_{m_2}$	1.03273	1.03752
Δa_2^s	2.11700	2.46406
	130.918	291.113
	$= 2^m 10^s.918$	$= 4^m 51^s.113$
a_2	10^h 12 54.239	10^h 5 52.804
a_3	10 10 43.321	10 10 43.917

$\Delta a_3 = 10^h 10^m 43^s.619$

$d\Delta a = -0^s.929$

δ-Verbesserung

15	1.17609
$d\Delta a$	9.96802
$\cos\delta_m$	9.86027
Δx	1.64930
$c\Delta y$	8.32772
$d\Delta\delta$	0.98140

$d\Delta\delta = 9''.58$

Resultat: $a_3 = 10^h 10^m 43^s.619$ $\delta_3 = 43^\circ 52' 57''.00$
Katalogangabe: 10 10 43.687 43 52 58.37

Berechnung der a-Verbesserung

$d\sigma_2$	9.92716	9.43260$_n$
$\Delta x_{2/1c}$	1.13795	1.49455
$d\sigma_2 \Delta x_{2/1c}$	1.06511	0.92715$_n$
$15 \cos\delta_{m_2}$	1.03273	1.03752
da_2	0.03238	9.88963$_n$
	1.077	-0.776

$d\Delta a = -0^s.927$ stimmt also mit obigem Wert überein.

Beispiel 2.

Resultat: $a_{12} = 2^h 09^m 12^s.00$ $\delta_{12} = 55^\circ 33' 11''.7$
Katalogangabe: 2 09 11.94 55 33 11.7

Beispiel 4.

Resultat: $a_4 = 10^h 08^m 1^s.029$ $\delta_4 = 43^\circ 31' 23''.96$
Katalogangabe: 10 08 1.041 43 31 24.34

Beispiel 5.

Resultat: $a_5 = 10^h 15^m 13^s.885$ $\delta_5 = 43^\circ 20' 41''.95$
Katalogangabe: 10 15 13.829 43 20 42.24

IV. Interpolation durch gleichzeitige Verbesserung des Neigungswinkels Θ und der Maßzahl σ.

Für die Θ-Verbesserung wegen der Veränderlichkeit von δ_m wurde in II gefunden:

$$\Delta\Theta = \sin\varphi \cos\varphi \operatorname{tg}\delta_m\, d\delta_m.$$

Die Veränderung an Θ bedingt aber auch eine Veränderung von σ, welche durch Differentiation der Gleichung

$$\sigma = \frac{\Delta\delta}{\Delta y + \Delta x \sin\Theta}$$

nach σ und Θ hervorgeht. Es wird

$$d\sigma = \frac{-\Delta\delta\,\Delta x \cos\Theta}{\Delta y_c^2}\,\frac{\Delta\Theta''}{\varrho''} = \frac{-\Delta\delta\,\Delta x}{\Delta y_c^2}\,\frac{\Delta\Theta''}{\varrho''}\,{}^{*)}$$

Hat man nun die gewöhnliche Interpolationsrechnung ausgeführt, so würde man Θ und σ für Stern (1) und (2) nach diesen Formeln verbessern und erhielte dann mit den verbesserten Θ- und σ-Werten ein richtiges a für

*) Bei der Ableitung der Korrektionsbeträge $d\sigma$, $d\Delta a$ und $d\Delta\delta$ wurde vorausgesetzt, daß $\cos\Theta = 1$ gesetzt werden kann. In Fällen, wo dies nicht mehr zutreffen sollte, würde Δy_c an Stelle von Δy und Δx_c an Stelle von Δx treten.

das unbekannte Objekt. Die an der Deklination anzubringende Korrektion würde man wieder aus der bekannten Rektaszensionsänderung $d\Delta\alpha$ erhalten nach der in III abgeleiteten Formel

$$d\Delta\delta = 15\, d\Delta\alpha \cos\delta_m \frac{\Delta x}{\Delta y}\,.$$

Statt die Rechnung mit den richtigen Θ- und σ-Werten für die Rektaszension zu wiederholen, wird man besser direkt Korrektionsbeträge berechnen und das Resultat um dieselben verbessern. Die Korrektionsgleichung für $\Delta\Theta$ erhält man durch Differentiation der Gleichung

$$\Delta\alpha = \frac{\sigma(\Delta x - \Delta y \sin\Theta)}{15\cos\delta_m} \text{ nach } \Delta\alpha \text{ und } \Theta.$$

Es wird

$$d\Delta\alpha_\Theta = \frac{-\sigma\Delta y}{15\cos\delta_m}\,\frac{\Delta\Theta''}{\varrho''}\,.$$

Durch Ableitung derselben Gleichung nach $\Delta\alpha$ und σ erhält man den Korrektionsbetrag für die σ-Änderung:

$$d\Delta\alpha_\sigma = \frac{d\sigma\Delta x_c}{15\cos\delta_m}\,.$$

Hat man für Stern (1) und (2) diese Beträge ausgerechnet, so hat man damit die gesammte α-Korrektion gefunden

$$d\Delta\alpha = \frac{d\Delta\alpha_1 - d\Delta\alpha_2}{2},$$

wo $d\Delta\alpha_1 = d\Delta\alpha_\Theta + d\Delta\alpha_\sigma$ mit Stern (1) und $d\Delta\alpha_2$ entsprechend mit Stern (2) berechnet ist.

Für Beispiel 2 wird die Verbesserungsrechnung:*)

Θ-Verbesserung

$\Delta\Theta_2$	1.86956
$d\delta_{m_2}$	2.37949
$\sin\varphi$	9.33714
$\cos\varphi$	9.98949
$\operatorname{tg}\delta_m$	0.16344
$d\delta_{m_1}$	2.45758_n
$\Delta\Theta_1$	1.94765_n

α_Θ-Korrektion

$d\Delta\alpha_{2,\Theta}$	8.39767_n	−0.0250
Δy_2	0.76318	
$\Delta\Theta_2''$	1.86956	
$r\,15\cos\delta_{m_2}$	9.07043	
$-\sigma$	2.00893_n	
$r\varrho''$	4.68557	
$r\,15\cos\delta_{m_1}$	9.07205	
$\Delta\Theta_1''$	1.94765_n	
Δy_1	0.68490	
$d\Delta\alpha_{1,\Theta}$	8.39910	0.0251

σ-Verbesserung und α_σ-Korrektion

$d\Delta\alpha_{2,\sigma}$	9.68858_n	−0.4882
$r\,15\cos\delta_{m_2}$	9.07043	
$\Delta x_{2,c}$	1.40244	
$d\sigma_2$	9.21571_n	
$\Delta\Theta_2''$	1.86956	
$-\Delta\delta$	3.02230_n	
Δx	1.66502	
$r\Delta y_c^2$	7.97326	
$r\varrho''$	4.68557	
$\Delta\Theta_1''$	1.94765_n	
$d\sigma_1$	9.29380	
$\Delta x_{1,c}$	1.32336	
$r\,15\cos\delta_{m_1}$	9.07205	
$d\Delta\alpha_{1,\sigma}$	9.68921	0.4889

$d\Delta\alpha_1 = 0.5140$
$d\Delta\alpha_2 = 0.5132$
$d\Delta\alpha = 0.5136$

δ-Korrektion

15	1.17609
$d\Delta\alpha$	9.70757
$\cos\delta_m$	9.75274
Δx	1.66502
$r\Delta y$	8.97317
$d\Delta\delta$	1.27459

Resultat:	$\alpha_3 = 2^h 09^m 12^s.01$	$\delta_3 = 55°33'11''.8$
Katalogangabe:	2 09 11.94	55 33 11.7

Beispiel 4.

Resultat:	$\alpha_4 = 10^h 08^m 1^s.032$	$\delta_4 = 43°31'23''.97$
Katalogangabe:	10 08 1.041	43 31 24.34

Beispiel 5.

Resultat:	$\alpha_5 = 10^h 15^m 13^s.883$	$\delta_5 = 43°20'41''.96$
Katalogangabe:	10 15 13.829	43 20 42.24

Beispiel 6.

Resultat:	$\alpha_3 = 10^h 10^m 43^s.661$	$\delta_3 = 43°52'56''.57$
Katalogangabe:	10 10 43.687	43 52 58.37

Als besonders extreme Fälle sind noch nachstehend Beispiel 8 und 9 nach dieser Methode berechnet. Obwohl die Abweichungen der Resultate von ihren Sollwerten größer sind wie bei den vorstehenden Beispielen, so erfahren doch die Interpolationsresultate bedeutende Verbesserungen. In Beispiel 9 kommt z. B. die interpolierte Rektaszension α_{III} durch Anbringen der Verbesserung $d\Delta\alpha$ dem Sollwerte um $3^s.17 = 47''.5$ näher.

Beispiel 8: Position (11) aus (12) und (18).

Unverbessertes Resultat:

$\alpha_{11} = 10^h 07^m 13^s.223 \qquad \delta_{11} = 43°14'43''.68$

Verbessertes Resultat:

$\alpha_{11} = 10^h 07^m 13^s.812 \qquad \delta_{11} = 43°14'47''.33$

Katalogangabe: 14.054 47.39

*) Für die Verbesserungsrechnung würde auch 3—4stellige Rechnung vollständig genügen, da aber fast alle Logarithmen direkt der Interpolationsrechnung entnommen werden können, ist sie ebenso rasch 5stellig ausgeführt.

Beispiel 9: (III) aus (4) und (7).

Unverbessertes Resultat:

$$\alpha_{III} = 2^h 12^m 29^s.60 \quad \delta_{III} = 56^\circ 43' 34''.9$$

Verbessertes Resultat:

$$\alpha_{III} = 2^h 12^m 32^s.77 \quad \delta_{III} = 56^\circ 43' 51''.9$$

Katalogangabe: 32.90 49.6

Als weiteres nach Methode IV ausgewertetes Beispiel sei angeführt:

Beispiel 10: Planet U A aus a und b.*)

Resultat: $\alpha = 11^h 50^m 41^s.43 \quad \delta = 25^\circ 20' 12''.6$.

Der Zusammenhang dieser Methode IV mit der Methode III (σ-Verbesserungsmethode) zeigt sich folgendermaßen: Rechnet man die σ-Änderung aus, die durch Θ-Änderung bei unveränderlichen δ_m sich aus der Gleichung $\sigma = \frac{\Delta a_\sigma}{\Delta x_c}$ ergibt und subtrahiert diesen Betrag $d\sigma_a$ von obiger σ-Änderung $d\sigma_\delta$, so muß sich die Gesamtänderung von σ der Methode III ergeben. Es wird aus

$$\sigma = \frac{\Delta a_\sigma}{\Delta x - \Delta y \sin \Theta}$$

durch Differentiation nach σ und Θ

$$d\sigma_a = \frac{\Delta a_\sigma \Delta y \cos \Theta}{\Delta x_c^2} \cdot \frac{\Delta\Theta}{\varrho} \sim \frac{\Delta a_\sigma \Delta y}{\Delta x_c^2} \cdot \frac{\Delta\Theta}{\varrho}.$$

Es muß also sein:

$$d\sigma = \frac{-15\, \Delta a \sin \delta_m}{\Delta x_c} \cdot \frac{d\delta_m}{\varrho} = \frac{-\Delta\delta \Delta x}{\Delta y_c^2} \cdot \frac{\Delta\Theta}{\varrho} - \frac{\Delta a_\sigma \Delta y}{\Delta x_c^2} \cdot \frac{\Delta\Theta}{\varrho}$$

$$d\sigma = d\sigma_\delta - d\sigma_a.$$

Die Methode IV dürfte als die korrekteste der angeführten Verbesserungsmethoden gelten.

V. Einfachste Verbesserungsmethode der Interpolationsresultate.

Nachdem in der vorstehenden Methode IV die Verbesserungen für Θ und σ einzeln berechnet und berücksichtigt wurden, wie sie durch die Interpolationsmethode für die Rektaszensionsrechnung bedingt sind, soll hier auf einfachste Art die Gesamtkorrektion für die Rektaszension ermittelt werden.

Man findet als Zusammenfassung der Rektaszensionskorrektion der Methode IV:

$$d\Delta a = \frac{1}{2} \left\{ \left(\frac{\sigma \Delta x_{2c}}{15 \cos \delta_m} - \frac{\sigma \Delta x_{2c}}{15 \cos \delta_{m_2}} \right) - \left(\frac{\sigma \Delta x_{1c}}{15 \cos \delta_m} - \frac{\sigma \Delta x_{1c}}{15 \cos \delta_{m_1}} \right) \right\}$$

wobei die $\sigma\Delta x$ in ihrem absoluten Betrag zu nehmen sind.

Man hat also nach auf gewöhnliche Art durchgeführter Interpolationsrechnung nur die absoluten Beträge von

$$\frac{\sigma \Delta x_{2c}}{15 \cos \delta_m} \text{ und } \frac{\sigma \Delta x_{1c}}{15 \cos \delta_m}$$

zu berechnen und von den absoluten Beträgen

$$\frac{\sigma \Delta x_{2c}}{15 \cos \delta_{m_2}} \text{ und } \frac{\sigma \Delta x_{1c}}{15 \cos \delta_{m_1}}$$

abzuziehen. Der halbe Unterschied gibt die Korrektion $d\Delta a$ für die Rektaszension. Die Deklinationskorrektion erhält man aus

$$d\Delta\delta = 15\, d\Delta a \cos \delta_m \frac{\Delta x}{\Delta y}.$$

Daß das Vorzeichen der δ-Korrektion für positive Deklinationen stets positiv und für negative stets negativ ist, wurde schon des öfteren erwähnt. Auch die Berechnung der Korrektionen auf diese einfache Weise ist nachstehend für mehrere Beispiele durchgeführt.

Dieses einfache Verbesserungsverfahren für die Interpolationsmethode ist im wesentlichen nur eine kurze Zusammenfassung der Korrektionen der Methode IV. Die folgenden Beispiele werden zeigen, daß auch diese summierende Verbesserungsrechnung völlig brauchbare Resultate liefert. Betreffs Kürze hat dieses Verbesserungsverfahren den Vorzug vor allen dargetanen, besonders da die wenigen Zahlen der Korrektionsrechnung alle direkt der Interpolationsrechnung entnommen werden können.

Beispiel 2.

$\frac{\sigma \Delta x_{2c}}{15 \cos \delta_m}$	2.48254	303.767
$\sigma \Delta x_{2c}$	3.41137	
$15 \cos \delta_m$	0.92883	
$\sigma \Delta x_{1c}$	3.33229	
$\frac{\sigma \Delta x_{1c}}{15 \cos \delta_m}$	2.40346	253.200

Es wurde $\frac{\sigma \Delta x_{2c}}{15 \cos \delta_{m_2}} = 303.25$

$\frac{\sigma \Delta x_{1c}}{15 \cos \delta_{m_1}} = 253.71$

Somit wird: $d\Delta a_2 = +0.517$

$d\Delta a_1 = -0.510$

$d\Delta a = 0^s.51$

δ-Korrektion

15	1.17609
$d\Delta a$	9.70757
$\cos \delta_m$	9.75274
Δx	1.66502
$r \Delta y$	8.97317
$d\Delta\delta$	1.27459

$d\Delta\delta = 18''.8$

Resultat: $\alpha_{12} = 2^h 09^m 12^s.00 \quad \delta_{12} = 55^\circ 33' 11''.8$

Katalogangabe: 11.94 11.7

*) Herr Dr. Kopff erhielt durch Berechnung dieser Position nach der Turnerschen Methode mit drei Anhaltsternen $\alpha = 11^h 50^m 41^s.43$ $\delta = 25^\circ 20' 12''.8$. (A.N. 4151.)

Für Beispiel 4 wird:

Resultat: $\alpha_4 = 10^h 08^m 1^s.031$ $\delta_4 = 43^\circ 31' 23''.97$
Katalogangabe: 1.041 24.34

Beispiel 5.

Resultat: $\alpha_5 = 10^h 15^m 13^s.884$ $\delta_5 = 43^\circ 20' 41''.96$
Katalogangabe: 13.829 42.24

Beispiel 6.

Resultat: $\alpha_3 = 10^h 10^m 43^s.617$ $\delta_3 = 43^\circ 52' 57''.02$
Katalogangabe: 43.687 58.37

Beispiel 8.

Resultat: $\alpha_{11} = 10^h 07^m 14^s.006$ $\delta_{11} = 43^\circ 14' 48''.53$
Katalogangabe: 14.054 47.39

Beispiel 9.

Resultat: $\alpha_{III} = 2^h 12^m 32^s.99$ $\delta_{III} = 56^\circ 43' 53''.1$
Katalogangabe: 32.90 49.6

Beispiel 10 ergab mit dieser Verbesserung.

$\alpha = 11^h 50^m 41^s.43$ $\delta = 25^\circ 20' 12''.6$
Sollwert: 41.43 12.8 *)

Ebenso wurde für Komet 1905 IV (1906 b) als Mittelwert zweier Interpolationsresultate gefunden

$\alpha = 5^h 12^m 12^s.91$ $\delta = 28^\circ 10' 45''.0$
Sollwert: 12.88 44.9 *)

Die folgenden Positionen kleiner Planeten nach Königstuhlaufnahmen habe ich nach drei verschiedenen Methoden durchgerechnet. Man erkennt aus der Vergleichung der Resultate, wie die Werte aus den verschiedenen Rechnungsverfahren übereinstimmen.

Planet	Datum	M.Zt. Königst.	Anhaltsterne Berlin	Anhaltsterne B.D.	α_{1906}	δ_{1906}	Methode II		Methode IV		Methode V	
ST	1906 Jan. 24	$11^h 35^m.0$	A 3839 3804	18°2212 19.2215	$9^h 23^m$	18° 56'	25.64	31.6	25.63	31.5	25.64	31.6
SU	Jan. 24	11 35.0	B 3800 3773	22.2111 21.2041	9 28	21 55	32.77	18.4	32.77	18.4	32.77	18.4
SV	Jan. 24	11 35.0	A 3924 3913	18.2267 19.2250	9 40	18 57	45.51	38.0	45.51	38.0	45.51	38.0
SQ	Jan. 24	8 5.7	B 2640 2616	23.1520 22.1486	6 44	22 51	43.40	21.5	43.40	21.7	43.40	21.7
SR	Jan. 24	8 5.7	B 2724 2718	22.1550 21.1461	6 55	21 55	28.15	44.4	28.15	44.4	28.15	44.4
SS	Jan. 24	8 5.7	B 2781 2761	23.1602 24.1523	7 0	24 6	37.66	59.1	37.66	59.1	37.66	59.1

Zusammenfassung der Ergebnisse des ersten Teils.

Bei der Berechnung von Planeten- oder Kometenpositionen aus photographischen Aufnahmen kann man auch für größere Entfernungen der Anhaltsterne und höhere Deklinationen noch mit Prof. Wolfs Interpolation brauchbare Resultate erhalten durch Anbringen von Verbesserungen nach folgenden Methoden:

1. Benützung eines dritten Sterns als Korrektionsobjekt. Es wird hierbei für Stern (1) und (2) ein verbessertes Θ_1 und Θ_2 mit Hilfe eines weiteren Anhaltsterns berechnet. Diese Methode ist besonders dann zu empfehlen, wenn σ noch nicht angenähert bekannt ist.

2. Θ-Korrektion bei nur 2 Anhaltsternen. Die Gesamtkorrektion für Θ ergibt sich nach der Formel:

$$\Delta\Theta = \Delta\Theta_\delta + \Delta\Theta_\alpha = \sin\varphi \cos\varphi \operatorname{tg}\delta_m \, d\delta_m + \sin\varphi \cos\varphi \operatorname{tg}\delta_m \, d\delta_m \operatorname{ctg}^2\varphi.$$

Für Stern (1) und (2) wird $\Delta\Theta_\delta$ umgekehrt proportional mit Δy und $\Delta\Theta_\alpha$ umgekehrt proportional mit Δx verteilt. Für den Stern mit der größeren Deklination ist $\Delta\Theta$ stets negativ, für den mit der kleineren stets positiv. Die Berechnung der Planetenkoordinaten geschieht entweder gleich mit den verbesserten Θ-Werten oder wird das Interpolationsresultat verbessert nach den Gleichungen:

$$d\Delta\alpha^s = \frac{\sigma\Delta y (\cos\Theta)}{15\cos\delta_m} \frac{\Delta\Theta}{\varrho} \quad \text{und} \quad d\Delta\delta = \sigma\Delta x (\cos\Theta) \frac{\Delta\Theta}{\varrho}.$$

Bei kleinem Θ ist $\cos\Theta$ genügend genau gleich 1. Die Θ-Korrektionsgleichung dieser Methode läßt rasch für jeden einzelnen Fall erkennen, ob die Interpolationsrechnung einer Verbesserung bedarf oder nicht.

Die Θ-Änderungen $\Delta\Theta_1$ und $\Delta\Theta_2$ für Stern (1) und (2) kann man nach durchgeführter Interpolationsrechnung besser direkt berechnen nach den Formeln

$$\Delta\Theta_1 = \sin\varphi \cos\varphi \operatorname{tg}\delta_m \, d\delta_{m_1} (1 + \operatorname{ctg}^2\varphi)$$
$$\Delta\Theta_2 = \sin\varphi \cos\varphi \operatorname{tg}\delta_m \, d\delta_{m_2} (1 + \operatorname{ctg}^2\varphi).$$

*) Herr Dr. Kopff erhielt mit Anwendung der Turnerschen Methode und denselben Anschlußsternen, die bei der Interpolationsrechnung benutzt wurden, die angegebenen Örter. (A. N. 4151 u. 4096.)

Mit diesen Werten sind dann die Verbesserungen $d\Delta\alpha$ und $d\Delta\delta$ des Resultats zu berechnen.

3. Verbesserung der Maßzahl σ. Für die Rektaszensionsbestimmung wird σ verbessert nach der Gleichung

$$d\sigma_\alpha = \frac{-15\,\Delta\alpha \sin\delta_m}{\Delta x_c}\;\frac{d\delta_m}{\varrho}.$$

Die Deklinationsverbesserung ergibt sich dann aus der Rektaszensionsverbesserung $d\Delta\alpha$ durch die Gleichung

$$d\Delta\delta = 15\,\delta\Delta\alpha \cos\delta_m \frac{\Delta x}{\Delta y}.$$

Will man die verbesserte Rektaszension nicht mittels des verbesserten σ berechnen, so kann man auch direkt die Verbesserung des Interpolationsresultats rechnen nach der Gleichung

$$d\Delta\alpha = \frac{1}{2}\left\{\frac{d\sigma_1\,\Delta x_{1,c}}{15\cos\delta_{m_1}} - \frac{d\sigma_2\,\Delta x_{2,c}}{15\cos\delta_{m_2}}\right\}$$

4. Verbesserung von Θ und σ. Es ist

$$\Delta\Theta = \sin\varphi\,\cos\varphi\,\operatorname{tg}\delta_m\,d\delta_m \text{ und } d\sigma = \frac{-\Delta\delta\,\Delta x}{\Delta y_c^2}\;\frac{\Delta\Theta}{\varrho}.$$

Mit diesen für Stern (1) und (2) verbesserten Θ- und σ-Werten wird die richtige Rektaszension nach durchgeführter Interpolationsrechnung nachträglich berechnet und dann wieder die δ-Korrektion erhalten durch die Gleichung

$$d\Delta\delta = 15\,d\Delta\alpha \cos\delta_m \frac{\Delta x}{\Delta y}.$$

Es kann aber auch wieder die Rektaszensionsänderung $d\alpha$ direkt berechnet werden nach den Gleichungen

$$d\Delta\alpha_\Theta = \frac{-\sigma\Delta y}{15\cos\delta_m}\;\frac{\Delta\Theta}{\varrho} \text{ und } d\Delta\alpha_\sigma = \frac{d\sigma\Delta x_c}{15\cos\delta_m},$$

woraus dann folgt:

$$d\Delta\alpha_1 = \frac{d\Delta\alpha_{\Theta_1} + d\Delta\alpha_{\sigma_1}}{2},\quad d\Delta\alpha_2 = \frac{d\Delta\alpha_{\Theta_2} + d\Delta\alpha_{\sigma_2}}{2}$$

und

$$d\alpha = \frac{d\Delta\alpha_1 - d\Delta\alpha_2}{2}.$$

Diese Methode IV berücksichtigt die Verbesserungen, wie sie einzeln bedingt sind durch die Interpolationsrechnung und ist deshalb korrekter als die andern angegebenen Methoden.

5. Als kürzeste Verbesserungsrechnung folgt: $d\Delta\alpha = \frac{1}{2}\sigma\left\{\left(\frac{\Delta x_{2,c}}{15\cos\delta_m} - \frac{\Delta x_{2,c}}{15\cos\delta_{m_2}}\right) - \left(\frac{\Delta x_{1,c}}{15\cos\delta_m} - \frac{\Delta x_{1,c}}{15\cos\delta_{m_1}}\right)\right\}$
und

$$d\Delta\delta = 15\,d\Delta\alpha \cos\delta_m \frac{\Delta x}{\Delta y}.$$

Auch diese Methode ermöglicht einen raschen Überschlag über eine etwaige Notwendigkeit einer Verbesserung des Interpolationsresultats.

Für Methode III—V gilt allgemein, daß fast alle Zahlen der Verbesserungsrechnung direkt der Interpolationsrechnung entnommen werden können und somit die Mehrarbeit ganz unerheblich ist. Rasch läßt sich daher Methode IV* als korrekteste benützen und zweckmäßig dazu noch zur Kontrolle die kürzeste Methode V anwenden.

Zweiter Teil.

Auswertung einer Platte als gnomonische Abbildung.

Nachdem im vorstehenden Teil der Arbeit gezeigt wurde, wie man rasch durch ganz einfaches Interpolationsverfahren brauchbare Positionsbestimmungen ausführen kann, soll hier gezeigt werden, wie man auch auf brauchbare Resultate kommt durch Auswertung der Platte als reine gnomonische Abbildung. Wäre das photographische Bild eines Teils der Himmelskugel in aller Strenge eine perspektivische Abbildung mit dem Plattenmittelpunkt als Mittelpunkt, so müßte die Auswertung der Platte als solche Abbildung auch ganz richtige Resultate liefern. Durch vorhandene Instrumentalfehler und Schichtverzerrung der Platte wird aber die Photographie mehr oder weniger von einer mathematisch streng perspektivischen Abbildung abweichen. Die Auswertung einer Platte als gnomonische Abbildung könnte rasch durchgeführt werden, wenn man den genauen Mittelpunkt derselben besäße. Da aber derselbe im allgemeinen nur angenähert bekannt ist, so ist nicht nur eine Drehung des der Ausmessung der Platte zugrunde liegenden Koordinatensystems vorzunehmen, sondern auch eine Verschiebung desselben. Die Beträge der Drehung und Mittelpunktsverschiebung müssen aus fest gegebenen Sternen berechnet werden.

Handelt es sich nur um die Bestimmung eines Objekts, das ziemlich nahe einem bekannten Stern liegt, wie dies bei der Positionsbestimmung von Planeten und Kometen fast immer der Fall ist, so kann man mit Benützung dieses einzigen Sterns bei ziemlich gut bekanntem Plattenmittelpunkt, schon genügende Resultate erhalten. **Diese Methode ist also anwendbar, wenn nur ein Stern in der Nähe des gesuchten Objektes bekannt ist.** Ein kleiner Fehler im Mittelpunkt der Abbildung wird ziemlich gleich auf den benützten Anschlußstern und das gesuchte Objekt wirken. In diesem Fall werden auch die Refraktionseinflüsse etc. für beide Gestirne fast immer als genügend genau gleich vernachlässigt werden dürfen. Für vorliegende 2 Messungen sind die Differentialrefraktionsbeträge so gering, daß sie, im Vergleich zur Messungsgenauigkeit, überhaupt vernachlässigt werden können; wo dies nicht der Fall ist, sind sie eben nach einer der bekannten Formeln zu berechnen und an den gemessenen Koordinaten anzubringen. Zunächst sollen nun einige Beispiele aus der Gegend 38 h Persei angeführt werden,

bei denen auf Grund vorstehender Erwägung auch von einer Mittelpunktsverschiebung abgesehen wurde und nur ein Stern als Anschlußstern zur Berechnung eines gesuchten Objekts benützt wurde. Als Mittelpunkt der Abbildung ist ohne weiteres der Pointierstern (1) benützt. Die Aufgabe ist also: Es sind gegeben die sphärischen Koordinaten (α_o, δ_o) des Mittelpunkts der gnomonischen Abbildung, sowie diejenigen eines Anschlußsterns (α_1, δ_1). Gemessen sind die ebenen rechtwinkligen Koordinaten dieses gegebenen und des gesuchten Gestirns in einem Koordinatensystem mit dem Mittelpunkt der Abbildung als Nullpunkt. Was sind die sphärischen Koordinaten des gesuchten Objekts?

Für diese Bestimmungsart von Sternkoordinaten wäre die Ausmessung der Platte in Polarkoordinaten zweckmäßig. Sind jedoch rechtwinklige Koordinaten gemessen wie in vorliegendem Fall, so müssen dieselben durch Rechnung in Polarkoordinaten verwandelt werden. Das Halbmessergesetz der perspektivischen Abbildungen lautet bekanntlich $r = f(d)$. Für die gnomonische Abbildung wird $r = \mathrm{tg}\, d$. Bezeichnet man mit R den Radius der abgebildeten Kugel, mit M den Maßstab für die Mitte der Abbildung, so bestehen für die ebenen Koordinaten eines Punkts der Abbildung die Gleichungen:

$$x = \frac{R}{M}\,\mathrm{tg}\, d \cos\beta \quad \text{und} \quad y = \frac{R}{M}\,\mathrm{tg}\, d \sin\beta,$$

wo β der Winkel zwischen Radiusvektor und der positiven x-Axe ist. Damit wird

$$\frac{M}{R} = \frac{\mathrm{tg}\, d \cos\beta}{x} = \frac{\mathrm{tg}\, d \sin\beta}{y}.$$

Nach dieser Gleichung läßt sich $\frac{M}{R}$ aus einem bekannten Stern berechnen. Die sphärische Mittelpunktsentfernung eines gesuchten Objekts ist dann gegeben durch die Gleichungen:

$$\mathrm{tg}\, d_x = \frac{x}{\cos\beta_x}\cdot\frac{M}{R} = \frac{y}{\sin\beta_x}\cdot\frac{M}{R}.$$

Die x und y in diesen Gleichungen sind auf ein Koordinatensystem bezogen gedacht, dessen Nullpunkt in den Mittelpunkt der Abbildung fällt und dessen x-Axe in die Richtung des Deklinationskreises dieses Punkts zu liegen kommt. Der ersten Anforderung soll hier zunächst die Wahl des Pointiersterns als Abbildungsmittelpunkt genügend Rechnung tragen. Die zweite Anforderung sucht man dadurch zu befriedigen, daß man den Richtungswinkel des Radiusvektors nach dem Anschlußstern aus den gemessenen Koordinaten eben, und aus Rektaszension und Deklination sphärisch berechnet. Die Abweichung beider Winkelwerte gibt den Neigungswinkel φ des Vermessungssystems gegen das System der Rektaszension und Deklination. Es können also jetzt die gemessenen Koordinaten wieder auf das letztere System transformiert werden durch die bekannten Gleichungen:

$$x' = x\cos\varphi - y\sin\varphi$$
$$y' = x\sin\varphi + y\cos\varphi.$$

Nach der vorgenommenen Koordinatentransformation ergibt sich also

$$\beta_x \text{ aus } \mathrm{tg}\,\beta_x = \frac{y'}{x'};$$

und damit ist auch d_x nach obiger Gleichung bekannt. Aus diesen Polarkoordinaten des gesuchten Objekts ergibt sich dann vollends dessen Deklination und Rektaszension durch die Gleichungen:

$$\sin\delta_x = \sin\delta_o\cos d_x + \cos\delta_o\sin d_x\cos\beta_x$$

$$\sin\Delta\alpha_x = \frac{\sin\beta_x\sin d_x}{\cos\delta_x}$$

$$\alpha_x = \alpha_o \pm \Delta\alpha_x.$$

Die sphärischen Polarkoordinaten des Anschlußsterns zur Bestimmung von $\frac{M}{R}$ rechnet man am besten durch Zerlegen des sphärischen Dreiecks Pol — Pointierstern — Anschlußstern in 2 rechtwinklige sphärische Dreiecke.

Beispiel I: Berechnung der Koordinaten des Sterns 12 aus 3 und 1.

Gegeben:

für Mittelpunkt 1:	$\alpha = 2^h 15^m 12^s.14$	$\delta = 56^\circ 48' 27''.4$
für Stern 3:	$\alpha = 2\ 14\ 14.74$	$\delta = 55\ 23\ 19.4$

Gemessen:

1—3	$x_3 = -50.0881$	$y_3 = +4.1564$
1—12	$x_{12} = -44.2913$	$y_{12} = +29.3762$

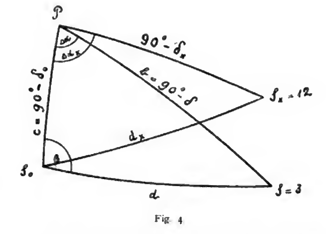


Fig. 4

Die hier eingeführten Bezeichnungen sind auch im folgenden beibehalten.

$\operatorname{tg} b$	9.838940	$b = 34^\circ 36' 40''.6$
$\cos \Delta\alpha$	9.999996	$\Delta\alpha = 0^m 57^s.40$
		$= 14' 21''.0$
$\operatorname{tg} \mu$	9.838936	
		$c = 33^\circ 11' 32''.6$
$\operatorname{tg} \Delta\alpha$	7.620581	$\mu = 34\ 36\ 39.8$
$\sin \mu$	9.754350	
$r \sin (c-\mu)$	1.606287_n	$c-\mu = -1\ 25\ \ 7.2$
$\operatorname{tg} \beta_3$	8.981218_n	$\beta_3 = 174\ 31\ 46.61$
$\varepsilon \cos \beta$	0.001982_n	
$\operatorname{tg} (c-\mu)$	8.393846_n	
$\operatorname{tg} d_3$	8.395828	
y_3	0.618717	
x_3	1.699735_n	
$\operatorname{tg} \beta'$	8.918982_n	$\beta' = 175^\circ 15' 22''.9$
		$\varphi = -0\ 43\ 36.3$

		$y \cos \varphi = 4.1561$
$x \sin \varphi$	9.80299	$x \sin \varphi = 0.6353$
x_3	1.699735_n	$y_3' = 4.7914$
$\sin \varphi$	8.10325_n	
$\cos \varphi$	9.999965	
y_3	0.61872	$x_3' = -50.0314$
$y \sin \varphi$	8.72197_n	$y \sin \varphi = -\ 0.0527$
		$x \cos \varphi = -50.0841$

M/R	6.694603
$\varepsilon x'$	8.300757_n
$\cos \beta_3$	9.998018_n
$\operatorname{tg} d$	8.395828
$\sin \beta_3$	8.979236
$\varepsilon y'$	9.319538
M/R	6.694602

Für den gesuchten Stern 12 wird nun:

		$y \cos \varphi = 29.3739$
$x \sin \varphi$	9.74957	$x \sin \varphi = \ \ 0.5618$
x_{12}	1.64632_n	$y'_{12} = 29.9357$
$\sin \varphi$	8.10325_n	
y_{12}	1.46800	$x'_{12} = -43.9151$
$y \sin \varphi$	9.57125	$y \sin \varphi = -\ 0.3726$
$\operatorname{tg} (\beta_{12}+\varphi)$	9.82168	$x \cos \varphi = -44.2877$
		$\beta_{12}+\varphi = 146^\circ 26' 44''.2$
		$\beta_{12} = 145\ 43\ \ 7.9$

$\operatorname{tg} d_{12}$	8.420087
$\varepsilon \cos \beta_{12}$	0.082871_n
x'_{12}	1.642614_n
M/R	6.694602
y'_{12}	1.476190
$\varepsilon \sin \beta_{12}$	0.249295
$\operatorname{tg} d_{12}$	8.420087
$d_{12} = 1^\circ 30' 25''.15$	

$\sin \delta_0$	9.922641	
$\cos d_{12}$	9.999849	
Σ_1	9.922490	$\Sigma_1 = 0.8365460$
$\cos \delta_0$	9.738346	$\Sigma_2 = -0.0118963$
$\sin d_{12}$	8.419937	
$\cos \beta_{12}$	9.917129_n	$\Sigma = 0.8246497$
		$\log \Sigma = 9.916270$
Σ_2	8.075412_n	$\delta = 55^\circ 33' 11''.3$
$\sin \beta_{12}$	9.750705	
$\sin d_{12}$	8.419937	
$\varepsilon \cos \delta_{12}$	0.247459	
$\sin \Delta\alpha_{12}$	8.418101	$\Delta\alpha_{12} = 1^\circ 30' 2''.26$
		$= 6^m 0^s.15$

Resultat: $\delta_{12} = 55^\circ 33' 11''.3 \qquad \alpha_{12} = 2^h 09^m 11^s.99$

Katalogangabe: $11.7 \qquad 11.94$

Beispiel II: Stern 7 mit 8 als Anschlußstern.

Gegeben:

für Mittelpunkt 1: $\alpha = 2^h 15^m 12^s.14 \qquad \delta = 56^\circ 48' 27''.4$

für Stern 8: $\alpha = 2\ 08\ 58.50 \qquad \delta = 57\ 19\ 12.7$

Gemessen:

$x_8 = 18.0168 \qquad x_7 = 36.7062$

$y_8 = 29.8810 \qquad y_7 = 28.3888$

$\operatorname{tg} b$	9.807191	$b = 32^\circ 40' 47''.3$
$\cos \Delta\alpha$	9.999840	$\Delta\alpha = \ \ 1\ 33\ 24.6$
$\operatorname{tg} \mu$	9.807031	
		$c = 33\ 11\ 32.6$
$\operatorname{tg} \Delta\alpha$	8.434226	$\mu = 32\ 40\ 12.8$
$\sin \mu$	9.732235	
$\varepsilon \sin (c-\mu)$	2.040319	$c-\mu = \ \ 0\ 31\ 19.8$
$\operatorname{tg} \beta$	0.206780	$\beta = 58\ \ 9\ \ 7.7$
$\varepsilon \cos \beta$	0.277641	
$\operatorname{tg} (c-\mu)$	7.959699	
$\operatorname{tg} d$	8.237340	
y	1.475395	
x	1.255677	
$\operatorname{tg} \beta'$	0.219718	$\beta = 58^\circ 54' 43''.5$
		$\varphi = -0\ 45\ 35.8$

		29.8784
$x \sin \varphi$	9.37832_n	−0.2390
x	1.25568	$y' = 29.6394$
$\sin \varphi$	8.12265_n	
$\cos \varphi$	9.99996	
y	1.47539	$x' = 18.4115$
$y \sin \varphi$	9.59804_n	−0.3963
		18.0152

M/R	6.694610
$\varepsilon x'$	8.734911
$\cos \beta$	9.722359
$\operatorname{tg} d$	8.237340
$\sin \beta$	9.929139
$\varepsilon y'$	8.528130
M/R	6.694609

		28.3863
$x \sin\varphi$	9.68739_n	−0.4868
x	1.56474	$y' = 27.8995$
$\sin\varphi$	8.12265_n	
y	1.45315	$x' = 37.0794$
$y \sin\varphi$	9.57580	−0.3765
$\operatorname{tg}(\beta+\varphi)$	9.88841	36.7029
		$\beta+\varphi = 37^\circ 43' 7''.0$
		$\beta = 36\ 57\ 31.2$

$\operatorname{tg} d$	8.361158
$r \cos\beta$	0.097416
x'	1.569133
M_R	6.694609
y'	1.445596
$r \sin\beta$	0.220953
$\operatorname{tg} d$	8.361159

$d = 1^\circ 18' 57''.04$

$\sin\delta_0$	9.922641	
$\cos d$	9.999885	
Σ_1	9.922526	$\Sigma_1 = 0.8366160$
$\cos\delta_0$	9.738346	$\Sigma_2 = 0.0100456$
$\sin d$	8.361044	$\sin\delta_7 = 0.8466616$
$\cos\beta$	9.902584	$\lg \sin\delta_7 = 9.927710$
Σ_2	8.001974	$\delta_7 = 57^\circ 51' 1''.6$
$\sin\beta$	9.779047	
$\sin d$	8.361044	
$c \cos\delta_7$	0.273981	
$\varDelta\alpha_7$	8.414072	$\varDelta\alpha_7 = 1^\circ 29' 12''.37$
		$= 5^m 56^s.82$

Resultat:	$\delta_7 = 57^\circ 51' 1''.6$	$\alpha_7 = 2^h 09^m 15^s.32$
Katalogangabe:	3.3	15.39

Dabei ist zu bemerken, daß die benutzten Distanzen sehr bedeutend sind.

Die beiden Beispiele haben gezeigt, daß bei größerer Deklination die Auswertung als gnomonische Abbildung, auch ohne scharfe Mittelpunktskenntnis, bessere Resultate liefert als die unverbesserte Interpolation zwischen 2 Sterne. Die Messung ist dabei ebenfalls auf 2 Sterne (Pointier- und Anschlußstern) und das gesuchte Objekt beschränkt. Auch dürfte die Rechnung nur unwesentlich mehr Zeit beanspruchen als die Interpolationsrechnung, so daß man ohne weiteres Bedenken die Koordinaten eines Planeten auf diese Weise berechnen kann, wo es z. B. nicht gut möglich ist, 2 gut gelegene Anhaltsterne zur Interpolation zu bekommen.

Will man die Positionen einer größeren Anzahl von Objekten bestimmen, z. B. einen Sternhaufen vermessen, so wird man mehrere Anschlußsterne, möglichst symmetrisch um den Mittelpunkt verteilt, wählen und diesen dann durch Ausgleichungsrechnung genauer bestimmen. Man kann die sphärischen Koordinaten des Pointiersterns als sphärische Mittelpunktskoordinaten der Abbildung nehmen und aus den benützten Anschlußsternen die entsprechenden ebenen Koordinaten bestimmen. Alle Großkreise durch den Mittelpunkt der perspektivisch abgebildeten Kalotte der Himmelskugel müssen sich nämlich darstellen als ein Strahlenbüschel durch den Mittelpunkt der Abbildung, dessen einzelne Strahlen sich unter denselben Winkeln schneiden wie die entsprechenden Großkreise. Rechnet man die einzelnen Richtungswinkel (Pointierstern — Anschlußstern) sphärisch aus den gegebenen Deklinationen und Rektaszensionen aus, so sollten die entsprechenden Winkel aus den gemessenen Koordinaten berechnet, dieselben sein, d. h. nur um einen konstanten Betrag, den Drehungswinkel beider Systeme, abweichen. Diese Eigenschaft der Abbildung liefert die Gleichungen für die Bestimmung des Mittelpunkts und des Drehungswinkels des der Messung zugrunde liegenden Systems. Gesucht sind also die Verschiebungen a und b des angenommenen Nullpunkts in der x- und y-Axe, sowie der Drehungswinkel φ. Es sind also zum mindesten 3 Anschlußsterne nötig. Die Transformationsformeln lauten bekanntlich für den Übergang vom alten ins neue System:

$$x' = +(x-a)\cos\varphi + (y-b)\sin\varphi$$
$$y' = -(x-a)\sin\varphi + (y-b)\cos\varphi.$$

Damit wird

$$\frac{y'}{x'} = \operatorname{tg}\beta = \frac{-(x-a)\sin\varphi + (y-b)\cos\varphi}{(x-a)\cos\varphi + (y-b)\sin\varphi}.$$

Drei Gleichungen dieser Form liefern das gesuchte a, b und φ. Sind mehr als 3 Anschlußsterne gemessen, so ermittelt man diese Werte durch Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate. In folgendem Beispiel aus der Gegend λ Ursae maioris sind 4 Anschlußsterne benützt und für dieselben die Rechnung durchgeführt. Als Näherungswert für φ ist das auf 1″ abgerundete Mittel der 4 Werte genommen. Da der ausgeglichene Wert von φ überhaupt stets nur wenig von diesem Mittelwert abweichen wird, so kann man obige Bestimmungsgleichung wesentlich vereinfachen, indem man ohne weiteres $\cos\varphi$ mit diesem Wert von φ einführen kann. Ebenso kann man denselben in die Produkte $a \sin\varphi$ und $b \sin\varphi$ einsetzen, wenn man diese Beträge überhaupt nicht ganz vernachlässigen will als kleine Größen zweiter Ordnung. Meistens wird

$$a \text{ und } b < 0{,}05 \text{ und } \varphi < 1'$$

sein. Selbst für diese Beträge wäre erst

$$a \sin\varphi = \frac{0.05 \cdot 1'}{3400'} \approx 0.000015.$$

Wo also diese Produkte mit einem nur wenig von 1 verschiedenen Faktor auftreten, könnten sie noch, ohne Schädigung des Resultats, vernachlässigt werden. Für alle Fälle genügt aber ihre Auswertung mit dem Mittelwert

für φ. Mit Beachtung dieser Umstände kommt man auf Gleichungen, die nur a, b und $\sin\varphi$ enthalten, welche ohne weiteres als lineare Gleichungen behandelt werden können, da φ stets ein kleiner Winkel. Mit den auf dieses verschobene Koordinatensystem transformierten Koordinaten müßte man nun für M/R die gleichen Werte erhalten, wenn die Werte a, b und φ mit keinen merklichen Fehlern behaftet würden und die Abbildung in aller Strenge die angenommene gnomonische wäre. Im allgemeinen wird man aber für M/R in gewissen Grenzen schwankende Werte aus den Anschlußsternen erhalten. Am einfachsten wertet man mit dem Mittelwert für M/R die vermessene Platte aus. Wie groß die etwa dadurch zu befürchtenden Fehler sind, läßt sich in jedem einzelnen Fall ohne weiteres feststellen. Werden diese Beträge groß, so wird man besser mit verschiedenen Werten von M/R die einzelnen Objekte berechnen, indem man den betreffenden Wert durch Interpolation zwischen die 2 nächst gelegenen Anschlußsterne feststellt. Vielfach wird man aber anstandslos mit dem mittleren M/R rechnen können, besonders wenn die Entfernung der einzelnen Objekte vom Plattenmittelpunkt nicht allzu groß ist.

Beispiel: Als Anschlußsterne sind die symmetrisch um den Mittelpunkt M gelegenen Sterne 18, 19, 14 und 6 benützt. Als gesuchte Objekte sollen die Sterne 11, 20, 5 und 7 berechnet werden.

Gegeben:		α	δ
	M	$\alpha = 10^h 11^m 4^s.298$	$\delta = 43° 24' 50''.35$
	18	$\alpha = 10\ \ 6\ \ 20.641$	$\delta = 44\ \ 9\ \ 23.72$
	19	$\alpha = 10\ \ 5\ \ 52.804$	$\delta = 42\ \ 52\ \ 45.08$
	14	$\alpha = 10\ \ 14\ \ 56.598$	$\delta = 42\ \ 41\ \ 26.39$
	6	$\alpha = 10\ \ 15\ \ 40.770$	$\delta = 44\ \ 5\ \ 27.58$

Gemessen:		x	y
	M	0.0000	0.0000
	18	26.0258	30.2658
	19	−19.0876	33.3266
	14	−25.1010	−25.4812
	6	24.4759	−28.9338
	11	− 6.1248	24.5848
	20	−36.9385	10.3311
	5	− 1.9448	−26.7629
	7	27.9327	−11.2704

Berechnung der einzelnen φ und d.

Stern 18

$\operatorname{tg} b$	0.012787
$\cos \Delta a$	9.999908
$\operatorname{tg} \mu$	0.012695
$\operatorname{tg} \Delta a$	8.314522
$\sin \mu$	9.855740
$\varepsilon \sin (c-\mu)$	1.883821
$\operatorname{tg} \beta$	0.054083
$\varepsilon \cos \beta$	0.179236
$\operatorname{tg} (c-\mu)$	8.116216
$\operatorname{tg} d$	8.295452
y	1.480952
x	1.415404
$\operatorname{tg} \beta'$	0.065548

$b = 45° 50' 36''.28$
$\Delta a = 4^m 43^s.657$
$= 1° 10' 54''.86$
$\varepsilon = 46\ \ 35\ \ \ 9.65$
$\mu = 45\ \ 50\ \ 14.20$
$\varepsilon - \mu = 0\ \ 44\ \ 55.36$

$\beta = 48\ \ 33\ \ 30.00$
$\beta' = 49\ \ 18\ \ 26.98$
$\varphi_{18} = 0\ \ 44\ \ 56.98$

Stern 19

$\operatorname{tg} b$	0.032181
$\cos \Delta a$	9.999889
$\operatorname{tg} \mu$	0.032070
$\operatorname{tg} \Delta a$	8.355190
$\sin \mu$	9.864929
$\varepsilon \sin (c-\mu)$	2.035870_n
$\operatorname{tg} \beta$	0.255989_n
$\varepsilon \cos \beta$	0.314218_n
$\operatorname{tg} (c-\mu)$	7.964165_n
$\operatorname{tg} d$	8.278383
y	1.522791
x	1.280751_n
$\operatorname{tg} \beta'$	0.242040_n

$b = 47° 7' 14''.92$
$\Delta a = 5^m 11^s.494$
$= 1° 17' 52''.41$
$\varepsilon = 46\ \ 35\ \ \ 9.65$
$\mu = 47\ \ 06\ \ 48.81$
$\varepsilon - \mu = -0\ \ 31\ \ 39.16$

$\beta = 119\ \ \ 0\ \ 52.20$
$\beta' = 119\ \ 48\ \ \ 5.92$
$\varphi_{19} = 0\ \ 47\ \ 13.72$

Stern 14

$\operatorname{tg} b$	0.035047
$\cos \Delta a$	9.999938
$\operatorname{tg} \mu$	0.034985
$\operatorname{tg} \Delta a$	8.227756_n
$\sin \mu$	9.866274
$\varepsilon \sin (c-\mu)$	1.901237_n
$\operatorname{tg} \beta$	9.995267
$\varepsilon \cos \beta$	0.148162_n
$\operatorname{tg} (c-\mu)$	8.098797_n
$\operatorname{tg} d$	8.246959
y	1.406220_n
x	1.399691_n
$\operatorname{tg} \beta'$	0.006529

$b = 47° 18' 33''.61$
$\Delta a = -3^m 52^s.300$
$= -0° 58' \ 4''.50$
$\varepsilon = 46\ \ 35\ \ \ 9.65$
$\mu = 47\ \ 18\ \ 19.05$
$\varepsilon - \mu = -0\ \ 43\ \ \ 9.40$

$\beta = 224\ \ 41\ \ 16.05$
$\beta' = 225\ \ 25\ \ 50.48$
$\varphi = 0\ \ 44\ \ 34.43$

Stern 6

$\operatorname{tg} b$	0.013782
$\cos \Delta a$	9.999912
$\operatorname{tg} \mu$	0.013694
$\operatorname{tg} \Delta a$	8.303375_n
$\sin \mu$	9.856224
$\varepsilon \sin (c-\mu)$	1.923815
$\operatorname{tg} \beta$	0.083414_n
$\varepsilon \cos \beta$	0.196203
$\operatorname{tg} (c-\mu)$	8.076216
$\operatorname{tg} d$	8.272419
y	1.461405_n
x	1.388738
$\operatorname{tg} \beta'$	0.072667_n

$b = 45° 54' 32''.42$
$\Delta a = 4^m 36^s.472$
$= 1° \ 9' \ 7''.08$
$\varepsilon = 46\ \ 35\ \ \ 9.65$
$\mu = 45\ \ 54\ \ 11.43$
$\varepsilon - \mu = 0\ \ 40\ \ 58.22$

$\beta = 309\ \ 31\ \ 52.33$
$\beta' = 310\ \ 13\ \ 43.72$
$\varphi = 0\ \ 41\ \ 51.39$

Die Gleichungen für die Mittelpunktsverschiebung (a, b) und den Drehungswinkel φ werden damit:

Aus Stern 18:

$$1.13262 = \frac{-(26.0258-a)\sin\varphi + (30.2658-b)\cos\varphi}{(26.0258-a)\cos\varphi + (30.2658-b)\sin\varphi}$$

Aus Stern 19:

$$-1.80297 = \frac{-(-19.0876-a)\sin\varphi + (33.3266-b)\cos\varphi}{(-19.0876-a)\cos\varphi + (33.3266-b)\sin\varphi}$$

Aus Stern 14:

$$0.98916 = \frac{-(-25.1010-a)\sin\varphi + (-25.4812-b)\cos\varphi}{(-25.1010-a)\cos\varphi + (-25.4812-b)\sin\varphi}$$

Aus Stern 6:

$$-1.21175 = \frac{-(24.4759-a)\sin\varphi + (-28.9338-b)\cos\varphi}{(24.4759-a)\cos\varphi + (-28.9338-b)\sin\varphi}$$

Führt man in $\cos\varphi$ und den Produkten $a \sin\varphi$ und $b \sin\varphi$ den Mittelwert $\varphi = 0^\circ 44' 39.''00$ ein, so ergeben sich folgende Gleichungen für a, b und $\sin\varphi$:

$$
\begin{aligned}
1)\quad & -0.78848 - 1.14551\,a + 0.99844\,b + 60.30534 \sin\varphi = 0\\
2)\quad & 1.08768 + 1.78983\,a + 1.00226\,b - 79.17448 \sin\varphi = 0\\
3)\quad & 0.65224 - 1.00207\,a + 0.98707\,b - 50.30600 \sin\varphi = 0\\
4)\quad & -0.72481 + 1.19866\,a + 1.01565\,b + 59.53648 \sin\varphi = 0
\end{aligned}
$$

Mit dem Näherungswert $\varphi = 0^\circ 44' 39.''00$ folgen aus 1) und 2) als Näherungswerte

$$a = -0.02199 \qquad b = -0.01997.$$

Damit werden die Verbesserungsgleichungen:

$$
\begin{aligned}
v_1 &= 1.14551\,\Delta a - 0.99844\,\Delta b - 60.30534\,\Delta\varphi + 0.00001\\
v_2 &= -1.78983\,\Delta a - 1.00266\,\Delta b + 79.17478\,\Delta\varphi + 0.00000\\
v_3 &= 1.00207\,\Delta a - 0.98707\,\Delta b + 50.30600\,\Delta\varphi - 0.00121\\
v_4 &= -1.19866\,\Delta a - 1.01565\,\Delta b - 59.53648\,\Delta\varphi - 0.00179
\end{aligned}
$$

Die hieraus sich ergebenden 3 Normalgleichungen werden:

$$
\begin{aligned}
\text{I)}\quad & 0.95662\,\Delta a + 0.87846\,\Delta b - 89.01531\,\Delta\varphi + 0.00095 = 0\\
\text{II)}\quad & 0.87846\,\Delta a + 4.00726\,\Delta b - 8.32946\,\Delta\varphi + 0.00300 = 0\\
\text{III)}\quad & -89.01530\,\Delta a - 8.32946\,\Delta b + 15980.61320\,\Delta\varphi + 0.04540 = 0
\end{aligned}
$$

Die Auflösung dieser Normalgleichungen nach dem bekannten Rechnungsverfahren von Gauß liefert die Werte:

$$\Delta\varphi'' = -0.''77 \pm 0.''00 \qquad \Delta a = -0.0001 \pm 0.0004$$
$$\Delta b = -0.0007_4 \pm 0.0004.$$

Somit wird für die Auswertung der Platte:

$$\varphi = 0^\circ 44' 38.23 \pm 0.00$$
$$a = -0.0221 \pm 0.0004$$
$$b = -0.0207 \pm 0.0004.$$

Berechnung von M/R aus den einzelnen Anschlußsternen:

Aus 18

		$(x-a)\cos\varphi =$	26.0453
$(x-a)\sin\varphi$	9.52918	$(x-a)\sin\varphi =$	0.3382
$x-a$	1.41577	$x-a =$	26.0479
$\cos\varphi$	9.99996		
$\sin\varphi$	8.11341		
$y-b$	1.48125	$y-b =$	30.2865
$(y-b)\sin\varphi$	9.59466	$(y-b)\sin\varphi =$	0.3932
		$(y-b)\cos\varphi =$	30.2836

M/R	6.693973
$\varepsilon x'$	8.577763
$\cos\beta$	9.820758
$\lg d$	8.295452
$\sin\beta$	9.874851
$\varepsilon y'$	8.523670
M/R	6.693973

$y' = 29.9454$	1.476330
$x' = 26.4385$	1.422237
$\beta = 48^\circ 33' 32.''38$ (soll $30.''00$)	0.054093

Aus 19

		−19.0648
	9.39368_n	− 0.2476
$x-a$	1.28027_n	−19.0665
$\cos\varphi$	9.99996	
$\sin\varphi$	8.11341	
$y-b$	1.52306_5	33.3473
	9.63647	0.4330
		33.3442

M/R	6.693906
$\varepsilon x'$	8.729746_{5n}
$\cos\beta$	9.685777_n
$\lg d$	8.278383
$\sin\beta$	9.941756
$\varepsilon y'$	8.473767
M/R	6.693906

$y' = 33.5918$	1.526233
$x' = -18.6318$	1.270254_n
$\beta = 119^\circ 0' 54.''20$ (soll $52.''20$)	0.255979_n

Aus 14

		−25.0767
	9.51272_n	− 0.3256
$x-a$	1.39931_n	−25.0789
$\sin\varphi$	8.11341	
$y-b$	1.40587_n	−25.4605
	9.51928_n	− 0.3306
		−25.4578

M/R	6.693837
$\varepsilon x'$	8.595042_n
$\cos\beta$	9.851836_n
$\lg d$	8.246959
$\sin\beta$	9.847108_n
$\varepsilon y'$	8.599770_n
M/R	6.693837

$y' = -25.1322$	1.400230_n
$x' = -25.4073$	1.404958_n
$\beta = 224^\circ 41' 17.''12$ (soll $16.''05$)	9.995272

Aus 6

		24.4961
	9.50254	0.3181
$x-a$	1.38913_4	24.4980
$\sin\varphi$	8.11341	
$y-b$	1.46109_{7n}	−28.9131
	9.57451_n	− 0.3754
		−28.9108

M/R	6.693821
$\varepsilon x'$	8.617610
$\cos\beta$	9.803792
$\lg d$	8.272419
$\sin\beta$	9.887214_n
$\varepsilon y'$	8.534188_n
M/R	6.693821

$y' = -29.2289$	1.465812_n
$x' = 24.1207$	1.382390
$\beta = 309^\circ 31' 50.''47$ (soll $52.''33$)	0.083422_n

Als Mittelwert für $\lg M/R$ erhält man nun aus diesen 4 Anschlußsternen $6.69388_4 \pm 0.000069$.

Berechnung der gesuchten Objekte.

Stern 11

		−6.1021
	8.89893$_n$	−0.0792
$x-a$	0.78552$_n$	−6.1027
$\sin\varphi$	8.11341	
$y-b$	1.39103	24.6055
	9.50444	0.3195
		24.6034

$y' = 24.6826$	1.392391
$x' = -5.7826$	0.762123$_n$
$\beta = 103^\circ 11' 7''.26$	0.630268$_n$

tg d	8.097878
x'	0.762123$_n$
$\varepsilon \cos\beta$	0.641871$_n$
M/R	6.693884
$\varepsilon \sin\beta$	0.011603
y'	1.392391
tg d	8.097878

$d = 0^\circ 43' 3''.93$

$\sin\beta$	9.988397
$\sin d$	8.097844
$\varepsilon \cos\delta$	0.137622
$\sin \Delta\alpha$	8.223863

$\Delta\alpha = 0^\circ 57' 33''.89$
$= 0^h\ 3^m 50^s.26$
$\alpha_0 = 10\ 11\ \ 4.30$
$\alpha_{11} = 10\ \ 7\ 14.04$

$\sin\delta_0$	9.837124
$\cos d$	9.999966
Σ_1	9.837090
$\cos\delta_0$	9.861180
$\sin d$	8.097844
$\cos\beta$	9.358129$_n$
Σ_2	7.317153$_n$

$\Sigma_1 = 0.6872114$
$\Sigma_2 = -0.0020756$
$\Sigma = 0.6851358$
$\lg\Sigma = 9.835777$
$\delta_{11} = 43^\circ 14' 46''.8$

Stern 20

		10.3510
	9.12843	0.1344
$x-a$	1.015010	10.3518
$\sin\varphi$	8.11341	
$y-b$	1.567217$_n$	−36.9164
	9.68063$_n$	− 0.4793
		−36.9133

tg d	8.277540	$d = 1^\circ 5' 7''.64$
y'	1.034640	$y' = 10.8303$
$\varepsilon \sin\beta$	0.549016	
M/R	6.693884	
$\varepsilon \cos\beta$	0.018058$_n$	
x'	1.565599$_n$	$x' = -36.7789$
tg β	9.469041$_n$	$\beta = 163^\circ 35' 30''.77$

$\sin\delta_0$	9.837124	
$\cos d$	9.999922	
Σ_1	9.837046	$\Sigma_1 = 0.6871414$
		$\Sigma_2 = -0.0132003$
$\cos\delta_0$	9.861180	
$\sin d$	8.277463	$\Sigma = 0.6739411$
$\cos\beta$	9.981942$_n$	$\lg\Sigma = 9.828622$
Σ_2	8.120585$_n$	$\delta_{20} = 42^\circ 22' 19''.1$
$\sin\beta$	9.450984	$\Delta\alpha = 0\ 24\ 54.02$
$\sin d$	8.277463	$= 0^h\ 1^m 39^s.60$
$\varepsilon \cos\delta$	0.131482	$\alpha_0 = 10\ 11\ \ 4.30$
$\sin \Delta\alpha$	7.859929	$\alpha_{20} = 10\ \ 9\ 24.70$

	Stern 11		Stern 20	
Resultat:	$\delta_{11} = 43^\circ 14' 46''.8$	$\alpha_{11} = 10^h 07^m 14^s.04$	$\delta_{20} = 42^\circ 22' 19''.1$	$\alpha_{20} = 10^h 09^m 24^s.70$
Katalogangabe:	47.4	14.05	19.9*)	24.76

Analog fand sich für:

	Stern 5		Stern 7	
Resultat:	$\delta_5 = 43^\circ 20' 42''.2$	$\alpha_5 = 10^h 15^m 13^s.92$	$\delta_7 = 44^\circ 12' 1''.0$	$\alpha_7 = 10^h 12^m 54^s.35$
Katalogangabe:	42.2	13.83	0.9	54.24

Für die gesuchten Objekte wurde für M/R der Mittelwert benützt, trotzdem er mit einem beträchtlichen mittleren Fehler behaftet ist. Die Unsicherheit in der sphärischen Entfernung d wird aber dadurch erst $0''.5$ für 1° und erst ca. $1''$ für 2°. Bis zu 2° sphärischer Entfernung vom Mittelpunkt wird daher der durch die vorhandene Unsicherheit in M/R zu befürchtende Fehler für eine sphärische Koordinate eines gesuchten Objekts nur einige Zehntel der Bogensekunde betragen. Die Abweichung in β geht bis $2''.38$. Dem gefundenen mittleren Fehler für a und b zu $\pm$ 0,0007 mm entspricht eine Unsicherheit in β von

$$\frac{0.0007 \cdot 9''}{35.4} \sim \frac{144}{35.4} \sim 4'',$$

gleichkommend einer Koordinatenunsicherheit von $0''.07$.

Die Auswertung als reine gnomonische Abbildung liefert also ganz brauchbare Resultate, und die einzelnen Objekte sind schnell berechnet, sobald die Mittelpunktsausgleichung durchgeführt ist. Für eine große Anzahl gesuchter Objekte, wie dies z. B. bei der Vermessung eines Sternhaufens zutrifft, würde sich ein solches Rechnungsverfahren wohl lohnen und bei verhältnismäßig kleinen Mittelpunktsentfernungen natürlich genauere Resultate als im durchgeführten Beispiel liefern.

*) Nach A.G. Bonn 1972.

1906 September.

Fr. Reger.